

# **Guía de Diseño para Interfaces de Sistemas Infotainment Automotrices basado en Value Sensitive Design**



Monografía para optar al título de Ingenieros de sistemas

**Andrés Felipe Agudelo Concha**  
**Diego Fernando Bambagüe Muñoz**

*Universidad del Cauca*

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones**  
**Departamento de Sistemas**  
**Línea de investigación en Interacción Humano-Computador**  
Popayán, junio de 2022

# **Guía de Diseño para Interfaces de Sistemas Infotainment Automotrices basado en Value Sensitive Design**



Monografía para optar al título de Ingenieros de Sistemas

**Andrés Felipe Agudelo Concha**  
**Diego Fernando Bambagüe Muñoz**

**Director: PhD. César Alberto Collazos Ordóñez (Universidad del Cauca)**  
**Codirector: Huizilopoztli Luna García (Universidad Autónoma de Zacatecas, México)**

# Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

# Agradecimientos

*Agradezco a mi madre Yolanda por su esfuerzo y dedicación durante todos estos años y su amor incondicional*

*A mi hermana Nayibe y su esposo Benjamín que fueron como unos segundos padres para mí, que siempre me brindaron su apoyo para que yo pudiera lograr mis metas, que nunca me dejaron solo y que siempre se pusieron felices con cada paso que iba dando durante este camino.*

*A mi novia Carolina Muñoz quien siempre me brindo su mano y cuando la necesite nunca dudo en estar para mí, y que juntos logramos muchos sueños que parecían imposibles hace años.*

*Para El doctor Huitzi solo palabras de agradecimiento por enseñarnos que existen otros caminos y darnos la posibilidad de trabajar en conjunto, por brindarnos una nueva área de conocimiento y su disponibilidad para nosotros.*

*Y por último mi amigo, maestro y mentor el doctor César Collazos, las palabras siempre serán insuficientes para expresar mi agradecimiento por todo el aprendizaje, por ayudarme a ser un mejor profesional y por darme la oportunidad de ampliar mi entorno, y las ganas de seguir aprendiendo que siempre me inculco desde que inicie a trabajar con él y el grupo IDIS.*

**Andrés Felipe Agudelo Concha**

*A Dios por permitirme adquirir conocimientos, bendecirme y estar presente haciendo posible todas y cada una de las metas que me propongo.*

*A mis padres Luz Mila Muñoz y Jovanni Bambagüe por brindarme su amor y apoyo incondicional recalcando siempre en mi vida muchos valores los cuales me han permitido llegar a convertirme en la persona que hoy con orgullo puedo decir que soy.*

*A mi hermana Astrid Johana Bambagüe Muñoz por compartir conmigo cada logro, brindando siempre su confianza y afecto hacia mí.*

*A mi tía María Antonia Pillimué por cada oración que hacía a Dios por mí.*

*A mis amigos por estar y acompañarme en cada obstáculo que se presentaba en mi vida demostrándome así el verdadero valor de la amistad.*

*A mi compañero Andrés Felipe Agudelo, por todo el tiempo, paciencia, enseñanzas y momentos compartidos.*

*Y a todas las personas que de una u otra forma fueron parte de este camino brindando siempre su apoyo y confianza.*

**Diego Fernando Bambagüe Muñoz**

## **Agradecimientos especiales**

*Gracias a nuestros directores los doctores: César Collazos y a Huizilopoztli Luna- García por la dirección de este proyecto. La disposición para iniciar y culminar este proyecto, por la confianza depositada en nosotros y por brindarnos oportunidades de colaboración con investigadores de diferentes lugares en Latino América y de participación en diversos eventos nacionales e internacionales.*

*Al grupo IDIS por permitirnos ser parte de ellos y permitirnos poner un granito de arena en el desarrollo de la región.*

## Índice de tablas

Tabla 1: Recomendaciones, directrices y principios de diseño de sistemas infotainment .....	35
Tabla 2: Mapeo sistemático sobre sistemas infotainment .....	38
Tabla 3: Perfil de los usuarios de la Fase de Exploración .....	50
Tabla 4: Categorías en el formato de observación .....	56
Tabla 5: Tipo de medida en el formato de observación .....	56
Tabla 6: Tabla resumida del TNI .....	58
Tabla 7: Cálculos del TNI .....	59
Tabla 8: Resultados del DALI .....	60
Tabla 9: Recomendaciones de expertos - Color .....	62
Tabla 10: Recomendaciones de expertos - Posición de texto .....	64
Tabla 11: Recomendaciones de expertos - Iconos .....	64
Tabla 12: Recomendaciones de expertos - Tamaño de letra e iconos .....	65
Tabla 13: Recomendaciones de expertos - Accesos directos .....	65
Tabla 14: Recomendaciones de expertos - Vincular con otros dispositivos .....	65
Tabla 15: Recomendaciones de expertos - Simplicidad .....	65
Tabla 16: Recomendaciones de expertos - Visualización/Despliegue de opciones .....	66
Tabla 17: Análisis de interesados directos e indirectos .....	68
Tabla 18: Valores de los interesados .....	69
Tabla 19: Valores del diseñador .....	69
Tabla 20: Valores de proyecto respaldados explícitamente .....	70
Tabla 21: Escenario de valor .....	71
Tabla 22: Descripción de escenario .....	71
Tabla 23: Estructura de los lineamientos .....	72
Tabla 24: Estructura de los patrones .....	74
Tabla 25: Lineamiento VSD 1: Color y tipo de letra .....	75
Tabla 26: Lineamiento VSD 2: Acceso rápido a aplicaciones .....	76
Tabla 27: Lineamiento VSD 3: Multimodalidad .....	76
Tabla 28: Lineamiento VSD 4: Iconos de aplicaciones bien distribuidas en la interfaz .....	77
Tabla 29: Lineamiento VSD 5: Filtros de búsqueda .....	77
Tabla 30: Comprender el rol y las necesidades de los usuarios .....	79
Tabla 31: Especificación de escenarios .....	80
Tabla 32: Identificación de objetivos de diseño .....	80
Tabla 33: Configuración del espacio de la cabina .....	80
Tabla 34: Lograr la unidad de los elementos de la interfaz .....	81
Tabla 35: Definición de la arquitectura de la interfaz .....	81
Tabla 36: Configuración de colores y tipo .....	82
Tabla 37: Brindando Multimodalidad .....	82
Tabla 38: Dar opciones de adaptabilidad .....	83
Tabla 39: Permitir la personalización .....	83
Tabla 40: Brindar familiaridad y comodidad .....	84
Tabla 41: Apoyo a la asistencia a la conducción .....	84
Tabla 42: Notificaciones complementarias de vehículos .....	85
Tabla 43: Conexión con elementos urbanos/carreteras .....	85
Tabla 44: Vinculación de diversos dispositivos móviles .....	86
Tabla 45: Consumir servicios de nube pública/privada .....	86
Tabla 46: Cálculos del TNI .....	92
Tabla 47: Resultados del DALI .....	93
Tabla 48: Tabla comparativa de TNI entre prototipos .....	93
Tabla 49: Tabla comparativa de resultados DALI entre prototipos .....	93
Tabla 50: Valores VSD identificados en el prototipo de rediseño .....	94

# Índice de figuras

Figura 1: Fases de la metodología del trabajo de grado .....	12
Figura 2: Cronograma de actividades.....	14
Figura 3: Estructura del documento .....	16
Figura 4: Ejemplo de un sistema infotainment de Mercedes-Benz modelo 2021 [52].....	21
Figura 5: Marcos interpretativos proporcionados por el modelo mental de un individuo y afectados por el contexto [73].....	25
Figura 6: Relación entre el modelo mental del usuario, el modelo mental del diseñador y el modelo conceptual del sistema [71] .....	26
Figura 7: Capas de UX de acuerdo con [75] .....	27
Figura 8: Atributos de la carga de trabajo mental [92].....	33
Figura 9: Elementos de un patrón de diseño de acuerdo con [94].....	34
Figura 10: Actividades de la Planeación de la Fase de Exploración .....	40
Figura 11: Respuestas de la pregunta 2 de los encuestados entre 18 y 29 años .....	42
Figura 12: Respuestas de la pregunta 2 de los encuestados entre 50 y 60 años .....	43
Figura 13: Respuestas de la pregunta 2 de todos los encuestados.....	43
Figura 14: Respuestas de la pregunta 3 de todos los encuestados.....	44
Figura 15: Respuestas de la pregunta 4 de todos los encuestados.....	44
Figura 16: HTA de la Tarea 1 .....	47
Figura 17: HTA de la Tarea 2 .....	47
Figura 18: HTA de la Tarea 3 .....	47
Figura 19: HTA de la Tarea 4 .....	48
Figura 20: HTA de la Tarea 5 .....	48
Figura 21: HTA de la Tarea 3 .....	48
Figura 22: HTA de la Tarea 7 .....	49
Figura 23: HTA de la Tarea 8 .....	49
Figura 24: Gráfica de la distribución normal .....	58
Figura 25: Directrices de diseño frontend para sistemas infotainment .....	73
Figura 26: Gráfica elementos de la guía.....	78
Figura 27: Estructura de la guía de diseño .....	79

## Lista de acrónimos

<b>HCI</b>	Human Computer Interaction - Interacción humano Computador
<b>IVIs</b>	In-Vehicle Infotainment System - Sistema de infotainment en el vehículo
<b>VSD</b>	Value Sensitive Design - Diseño sensible al valor
<b>LITUX</b>	Laboratorio de Tecnologías Interactivas & Experiencia de Usuario
<b>ICE</b>	In-Car Entertainment - Entretenimiento en el vehículo
<b>MBUX</b>	Mercedes-Benz User Experience
<b>GPS</b>	Global Positioning System - Sistema de Posicionamiento Global
<b>USB</b>	Universal Serial Bus - Bus Universal en Serie
<b>UI</b>	User Interface - Interfaz de usuario
<b>GUI</b>	Interfaz gráfica de usuario - Graphical user interface
<b>UX</b>	User eXperience - Experiencia de Usuario
<b>UCD - DCU</b>	User Centered Design - Diseño Centrado en el Usuario
<b>RDS</b>	Radio Data System - Sistemas de datos de radio
<b>HTA</b>	Análisis Jerárquico de Tareas - Hierarchical Task Analysis
<b>NASA-TLX</b>	NASA-Task Load Index - Índice de Carga de Tareas de la NASA
<b>DALI</b>	Driving Activity Load Index - Índice de Carga de la Actividad de Conducción
<b>TNI</b>	tiempo neto de interacción
<b>NHTSA</b>	National Highway Traffic Safety Administration - Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras
<b>JAMA</b>	Japan Automobile Manufacturers Association - Asociación Japonesa de Fabricantes de Automóviles
<b>AAM</b>	Alliance of Automobile Manufacturers - Alianza de Fabricantes de Automóviles

# Tabla de contenido

<b>Capítulo 1.....</b>	<b>9</b>
<b>1 Introducción .....</b>	<b>9</b>
Contenido.....	9
1.1 Planteamiento del Problema.....	10
1.2 Pregunta de Investigación .....	11
1.3 Objetivos .....	11
1.3.1    Objetivo general.....	11
1.3.2    Objetivos específicos .....	11
1.4 Metodología .....	11
1.4.1    Fase de Formulación del Problema de Investigación.....	12
1.4.2    Fase de Análisis de Trabajos Relacionados .....	13
1.4.3    Fase de Exploración.....	13
1.4.4    Fase de Desarrollo del Modelo Conceptual .....	13
1.4.5    Fase de Validación del Modelo Conceptual .....	13
1.4.6    Fase de Entrega .....	14
1.4.7    Cronograma.....	14
1.5 Aportes del Proyecto.....	14
1.6 Estructura del Documento.....	15
<b>Capítulo 2.....</b>	<b>17</b>
<b>2 Revisión de Literatura y Trabajos Relacionados.....</b>	<b>17</b>
Contenido.....	17
2.1 Marco Teórico.....	18
2.1.1    Interacción Humano Computador - Human Computer Interaction (HCI).....	18
2.1.2    Value Sensitive Design (VSD) .....	18
2.1.3    Sistema Infotainment automotrices - In-Vehicle Infotainment (IVI) systems	21
2.1.4    Interfaz de Usuario o <i>User Interface (UI)</i> .....	22
2.1.5    Interfaz gráfica de usuario - GUI.....	22
2.1.6    Guías de diseño .....	23

2.1.7	Modelo Mental del Usuario .....	24
2.1.8	Modelo Conceptual del Sistema .....	25
2.1.9	Relación entre el Modelo Mental y el Modelo Conceptual .....	26
2.1.10	Experiencia de Usuario o User eXperience (UX) .....	26
2.1.11	Utilidad.....	27
2.1.12	Usabilidad .....	28
2.1.13	Accesibilidad.....	29
2.1.14	Deseabilidad.....	29
2.1.15	Diseño centrado en el usuario .....	30
2.1.16	Contexto.....	30
2.1.17	Distracción del Conductor .....	31
2.1.18	Carga de Trabajo Mental.....	32
2.1.19	Patrones de Diseño de Interfaces de Usuario.....	33
2.2	Trabajos Relacionados .....	34
2.2.1	Recomendaciones, directrices y principios de diseño de sistemas infotainment 34	
2.2.2	Patrones de diseño de sistemas <i>infotainment</i> .....	36
2.2.3	Distracción del conductor .....	36
2.3	Brechas Existentes .....	37
<b>Capítulo 3.....</b>		<b>39</b>
<b>3 Fase de Exploración.....</b>		<b>39</b>
	Contenido.....	39
3.1	Planeación de la Fase de Exploración.....	40
3.1.1	Encuesta general .....	40
3.1.2	Selección de las tareas y sistemas infotainment.....	45
3.1.3	Caracterización de los participantes.....	49
3.1.4	Métricas y métodos de evaluación.....	51
3.1.5	Trayecto de prueba.....	53
3.2	Ejecución de la Fase de Exploración .....	53
3.2.1	Análisis de Sistemas Infotainment + Prototipo.....	53
3.2.2	Estudio preliminar para medir la distracción .....	53
3.2.3	Entrevista con expertos en usabilidad.....	54

3.3	Análisis de Resultados de la Fase de Exploración .....	54
3.3.1	Análisis del Método de Observación .....	54
3.3.2	Análisis de la Carga de Trabajo Mental.....	60
3.3.3	Consolidación de resultados.....	61
3.3.4	Prueba de concepto con expertos en usabilidad.....	61
3.3.5	Recomendaciones de expertos .....	62
<b>Capítulo 4.....</b>		<b>67</b>
<b>4 Desarrollo del Modelo Conceptual .....</b>		<b>67</b>
Contenido .....		67
4.1	Aplicación de VSD .....	68
4.1.1	Análisis de interesados directos e indirectos.....	68
4.1.2	Análisis de fuentes de valor .....	68
4.1.3	Tensiones de valor .....	70
4.1.4	Coevolución de la tecnología y estructura social.....	70
4.1.5	Escenarios de valor .....	71
4.2	Lineamientos generales para el diseño de interfaces gráficas de sistemas IVI.....	72
4.2.1	Directrices de diseño front-end para sistemas infotainment .....	72
4.2.2	Patrones de diseño de interfaces de usuario para sistemas infotainment basados en la distracción del conductor .....	73
4.2.3	Lineamientos VSD.....	75
4.3	Aproximación a la guía .....	77
4.3.1	Diseño .....	79
4.3.2	Interacción.....	82
4.3.3	Seguridad .....	84
4.3.4	Conectividad .....	85
<b>Capítulo 5.....</b>		<b>87</b>
<b>5 Validación del Modelo Conceptual.....</b>		<b>87</b>
Contenido .....		87
5.1	Prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto .....	88
5.2	Fase de Planeación de la Prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto .....	89

5.2.1	Selección de las tareas a evaluar .....	89
5.2.2	Caracterización de los participantes.....	89
5.2.3	Métricas y métodos de evaluación .....	90
5.3	Fase de Ejecución de la Prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto.....	90
5.4	Fase de Análisis de Resultados de la Prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto	91
5.4.1	Análisis de las métricas de evaluación.....	91
5.5	Consolidación de resultados.....	93
<b>Capítulo 6.....</b>		<b>95</b>
<b>6</b>	<b>Conclusiones y Trabajo Futuro .....</b>	<b>95</b>
	Contenido .....	95
6.1	Conclusiones .....	96
6.2	Trabajo Futuro.....	97
6.3	Destacados .....	98

# Capítulo 1

## 1 Introducción

En este capítulo presenta una introducción al tema de investigación, el planteamiento del problema y los objetivos del proyecto. Además, describe la metodología del trabajo y los aportes de investigación obtenidos. Finalmente, se menciona la estructura del documento.

### Contenido

- 1.1. Planteamiento del Problema
- 1.2. Pregunta de Investigación
- 1.3. Objetivos
- 1.4. Metodología
- 1.5. Aportes del Proyecto
- 1.6. Estructura del Documento

## 1.1 Planteamiento del Problema

La Interacción Humano Computador o en inglés Human Computer Interaction (HCI), es una disciplina dedicada a la construcción, diseño, evaluación e implementación de sistemas informáticos y a la interacción entre humanos (usuarios) y computadores [1]. Actualmente, esta disciplina cobra un papel relevante en el desarrollo de sistemas informáticos de diversa índole, ya que, el mercado ofrece software para personas con diferentes características, limitaciones y necesidades. Por ejemplo, la necesidad de las personas de incorporar tecnología en todos los ámbitos de la vida cotidiana para facilitar tareas o hacerlas más entretenidas, ha llevado a que los sistemas incorporen nuevas funcionalidades, como es el caso de los Sistemas Infotainment, los cuales son una combinación de sistemas que se usan para ofrecer entretenimiento e información a través de interfaces de audio/video, pantallas táctiles, panel de botones, comandos de voz, entre otros a los conductores y pasajeros de un vehículo [2].

La Industria automotriz ha adoptado estos Sistemas Infotainment, denominados In-Vehicle Infotainment (IVI), para dar una mejor experiencia al conducir, permitiendo que los conductores puedan acceder a su localización en tiempo real, consultar rutas para llegar a un destino específico, escuchar música, realizar llamadas, entre otras tareas. Sin embargo, son muy pocos los usuarios (conductores) que manifiestan estar insatisfechos con estos sistemas, ya que, para realizar algunas tareas se requiere de interacciones difíciles, poco intuitivas, difíciles de recordar, y en algunos casos contrarias a algunos modelos mentales de los países en los que se comercializan los automóviles [3].

La información y el entretenimiento hoy en día son una parte importante dentro del proceso de conducción de los automóviles y como sucede en cualquier otro aspecto, cada fabricante hace las cosas a su manera, generando un reto bastante nuevo para quienes fabrican estos sistemas porque deben atraer a los usuarios, pero por otro lado deben hacer que el conductor no pierda de vista la carretera y mantener las manos en el volante, siendo esta la máxima prioridad, cosa que la mayoría de los sistemas actuales no lo permiten por completo [4].

Durante los últimos años, por la alta competencia del mercado, las compañías automotrices han aumentado el entretenimiento generando desarrollos donde las industrias buscan llamar la atención de los compradores con nuevas características en los sistemas IVI, bombardeando a los usuarios finales con demasiadas aplicaciones y opciones dentro de los vehículos, sin medir o analizar las consecuencias secundarias de esto [5].

Uno de los problemas con las interfaces de sistemas IVI es que generan mucha distracción e inseguridad al conductor y pasajeros, ya que, al usarlas para realizar una simple tarea como, por ejemplo, usar la radio, esta se vuelve muy tediosa, puesto que, algunas interfaces tienen infinitas capas de menú y submenú muy sobrecargados con múltiples opciones y flujos de uso poco intuitivo y carentes de sentido, además que estéticamente no son agradables a todo tipo de usuario [6]. Lo anterior lleva a que el conductor pierda la concentración en su actividad principal: conducir, causando accidentes y lesiones graves. Con el fin de solucionar esto se han empleado diferentes alternativas como el uso de comandos de voz, sin embargo, algunos sistemas tienen dificultad para comprenderlos e incluso los tiempos de interacción son muy largos haciendo que sean frustrantes y difíciles de usar según los conductores [7].

Por otro lado, en algunas investigaciones [8] se ha optado por bloquear total o parcialmente algunas funcionalidades del sistema IVI mientras el vehículo está en movimiento, logrando mejorar la seguridad y el rendimiento de la conducción. No obstante, la aceptación del usuario es muy baja, ya que, algunos usuarios están acostumbrados a realizar diferentes tareas en estos sistemas mientras conducen [8].

Con el fin de enfrentar los problemas de seguridad y la baja aceptación del usuario, generados por la distracción en estos sistemas, lo más conveniente es involucrar al usuario final en el desarrollo de las interfaces de sistemas IVI [9]. Sin embargo, se desconoce cómo involucrar de forma efectiva a múltiples usuarios con diferentes características y necesidades, y diferentes autores estiman que algunas metodologías pueden quedar cortas en este sentido [10-12]. Un posible factor es que después de muchos años en enfocar el diseño a la tecnología (máquina), se cambió a metodologías que se enfocan en el usuario. No obstante, su enfoque principal son los requerimientos de diseño sin considerar aspectos de valores como: seguridad, confianza, entre otros. Estas metodologías no se complementan, es decir, no toman el sistema humano-

máquina como un todo [9]. Por lo tanto, algunos usuarios no quedan totalmente satisfechos con los resultados [8], por lo que es necesario buscar alternativas de diseño diferentes que consideren ambas perspectivas.

Una de las metodologías que comienza a utilizarse con el fin de poder tener una visión más integral dentro del proceso de diseño es la metodología VSD (Value Sensitive Design) [13]. Es por ello, que creemos que a través de esta metodología es posible no solo tener en cuenta a los usuarios finales (conductores), también permitirá conocer y aplicar los valores éticos morales importantes para estos en la tarea de conducción, mejorando los diseños, haciéndolos más seguros y con mejor aceptación por parte de los usuarios.

En este proyecto se propone hacer uso de la metodología Value Sensitive Design, para integrar a los Stakeholders del proceso de diseño de las interfaces y para identificar los valores éticos morales importantes para ellos al usar las interfaces IVI. Inicialmente estos valores serán seguridad y bienestar, y a partir de estos se espera crear una guía de diseño para interfaces de Sistemas IVI, con la cual se buscará, si es posible, brindar la sensación de seguridad y bienestar reduciendo la distracción al momento de usarlas mientras conducen.

## 1.2 Pregunta de Investigación

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, el presente trabajo plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo aplicar la metodología VSD en la construcción de una guía de diseño de interfaces de sistemas IVI para desarrollar interfaces que disminuyan el nivel de distracción?

## 1.3 Objetivos

A continuación, se describe el objetivo general y los objetivos específicos.

### 1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una guía de diseño para el desarrollo de interfaces de Sistemas Infotainment automotrices (IVI) usando los principios de la metodología Value Sensitive Design con el fin de disminuir la distracción generada por las interfaces de estos sistemas.

### 1.3.2 Objetivos específicos

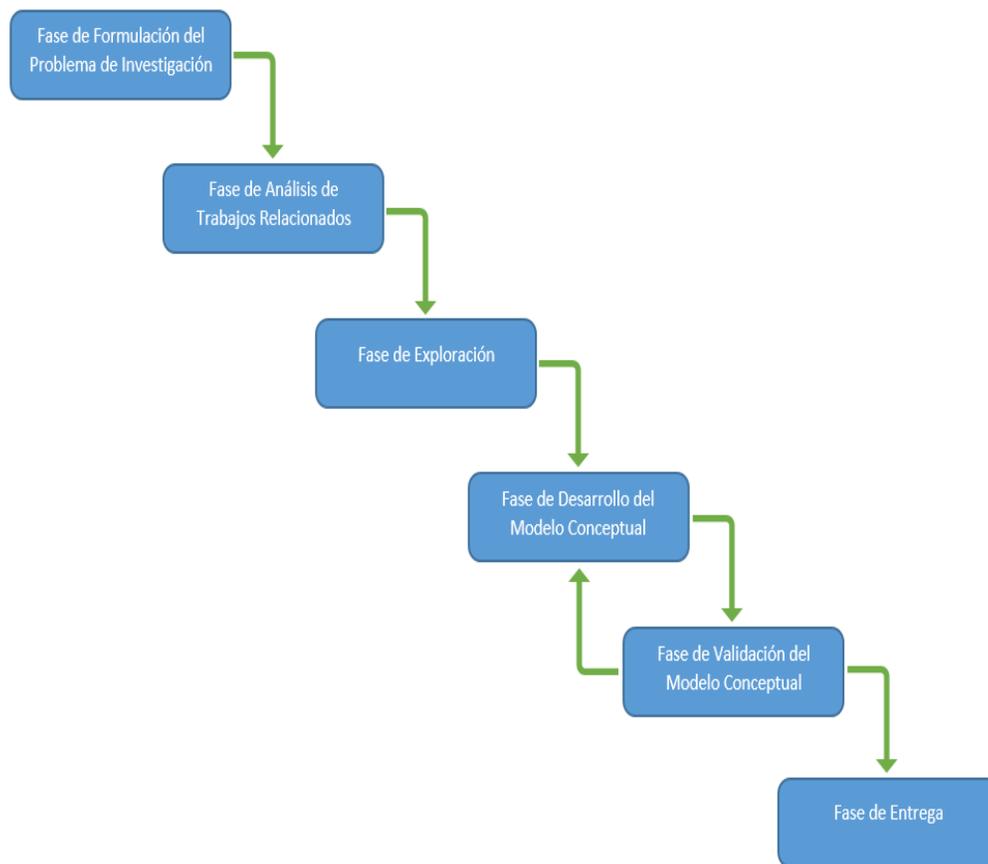
- Identificar los problemas y las buenas prácticas en diseño de interfaces de sistemas IVI, y los componentes de VSD para estas interfaces.
- Proponer una Guía para el diseño de interfaces de sistemas IVI incluyendo componentes de VSD.
- Validar la guía propuesta usando el procedimiento de validez de contenido por panel de expertos. Además, generar un prototipo de sistemas IVI en 2D y/o 3D a partir de la guía propuesta, el cual será desarrollado y validado por diseñadores usando el procedimiento prueba de concepto.

## 1.4 Metodología

Para el desarrollo del siguiente trabajo de grado se hizo uso del Método de Investigación Conceptual detallado en [27], el cual propone ciertas fases que permitieron el planteamiento conceptual de la guía de diseño usando la metodología VSD, así como su validación aplicando una serie de procedimientos descritos más adelante. Es importante resaltar que el conjunto de fases detalladas en [14] no pretenden ser un manual

que indique un paso a paso, sino una ayuda metodológica para la investigación conceptual, que permita llevar un control adecuado de la progresión de cada una de las fases del proyecto.

Las fases ejecutadas durante la realización del trabajo de grado fueron: Fase de Formulación del Problema de Investigación, Fase de Análisis de Trabajos Relacionados, Fase de Exploración, Fase de Desarrollo del Modelo Conceptual, Fase de Validación del Modelo Conceptual y Fase de Entrega. El flujo de estas fases se muestra en la Figura 1.



*Figura 1: Fases de la metodología del trabajo de grado*

A continuación, se describe en detalle cada una de las fases mencionadas:

### **1.4.1 Fase de Formulación del Problema de Investigación**

En esta fase se identificó el contexto y los antecedentes generales del problema, la situación problemática en detalle, y el propósito y justificación de la investigación; aspectos que permitieron establecer los objetivos del trabajo de grado y plantear el problema y aportes en este Capítulo 1 del documento.

**Actividad 1:** Identificación del contexto y antecedentes generales del problema de investigación.

**Actividad 2:** Identificación de la situación problemática.

**Actividad 3:** Identificación de la relevancia del problema.

**Actividad 4:** Identificación del propósito de investigación.

**Actividad 5:** Definición de la pregunta y proposiciones de la investigación.

## 1.4.2 Fase de Análisis de Trabajos Relacionados

En esta fase se hizo una revisión de material bibliográfico acerca de los antecedentes que hacen parte de los núcleos temáticos relacionados con el trabajo de grado, con el fin de fortalecer la base conceptual del mismo y tomar como referencia elementos importantes para la construcción de los patrones de diseño de interfaces de usuario.

**Actividad 6:** Exploración de las teorías base sobre los tópicos asociados a la problemática.

**Actividad 7:** Exploración de estudios relacionados a la problemática.

**Actividad 8:** Análisis de las contribuciones y limitaciones de los incisos anteriores.

## 1.4.3 Fase de Exploración

Esta fase estuvo enfocada en la búsqueda, análisis e identificación de los principales problemas que se presentan en las interfaces de sistemas IVI, para lo cual se realizó una revisión sistemática de la literatura con la cual se identificaron los problemas más recurrentes que se presentan en estos sistemas.

**Actividad 9:** Planeación de la Fase de Exploración.

**Actividad 10:** Ejecución de las actividades definidas en el inciso previo.

**Actividad 11:** Identificación de los principales problemas en las interfaces de sistemas de infotainment automotrices.

## 1.4.4 Fase de Desarrollo del Modelo Conceptual

Esta fase de desarrollo está dividida en dos módulos: Marco Conceptual General y Modelo Conceptual Desarrollado.

El módulo del Marco Conceptual General tenía el propósito de dar soporte técnico al desarrollo de la guía de diseño a través de la recopilación e integración de los conceptos que fundamentan la investigación. En otras palabras, este módulo se enfoca en entender y estructurar una guía de diseño que incorpore la metodología VSD.

**Actividad 12:** Estudio, selección y adaptación de una guía de diseño de interfaces de sistemas IVI para incluir VSD.

El módulo del Modelo Conceptual desarrollado hace referencia al desarrollo del producto intelectual, es decir, los valores de VSD que se van a agregar a la guía de diseño los patrones de diseño, los cuales fueron estructurados con base en el análisis y síntesis realizada en los incisos anteriores.

**Actividad 13:** Reestructuración de la guía de diseño

## 1.4.5 Fase de Validación del Modelo Conceptual

En esta fase se validó la guía de diseño. Esta validación se realizó a través de una Prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto.

**Actividad 14:** Validación de Contenido por Panel de Expertos.

**Actividad 15:** Prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto.

### 1.4.6 Fase de Entrega

Esta fase final se compone de la elaboración y entrega de la monografía de trabajo de grado y un artículo que contenga los resultados y aportes obtenidos con la investigación realizada, el cual fue enviado a una revista indexada y/o evento nacional o internacional. Por último, se realizará el proceso de sustentación de trabajo de grado ante los respectivos jurados de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.

**Actividad 16:** Elaboración de la monografía del trabajo de grado y el artículo de investigación.

**Actividad 17:** Entrega de la monografía del trabajo de grado, artículo de investigación y demás elementos descritos en las condiciones de entrega del anteproyecto.

**Actividad 18:** Sustentación del trabajo de grado.

### 1.4.7 Cronograma

Para el desarrollo del trabajo de grado se definió un tiempo de 9 meses (36 semanas). La Figura 2 muestra el cronograma de actividades descritas previamente.

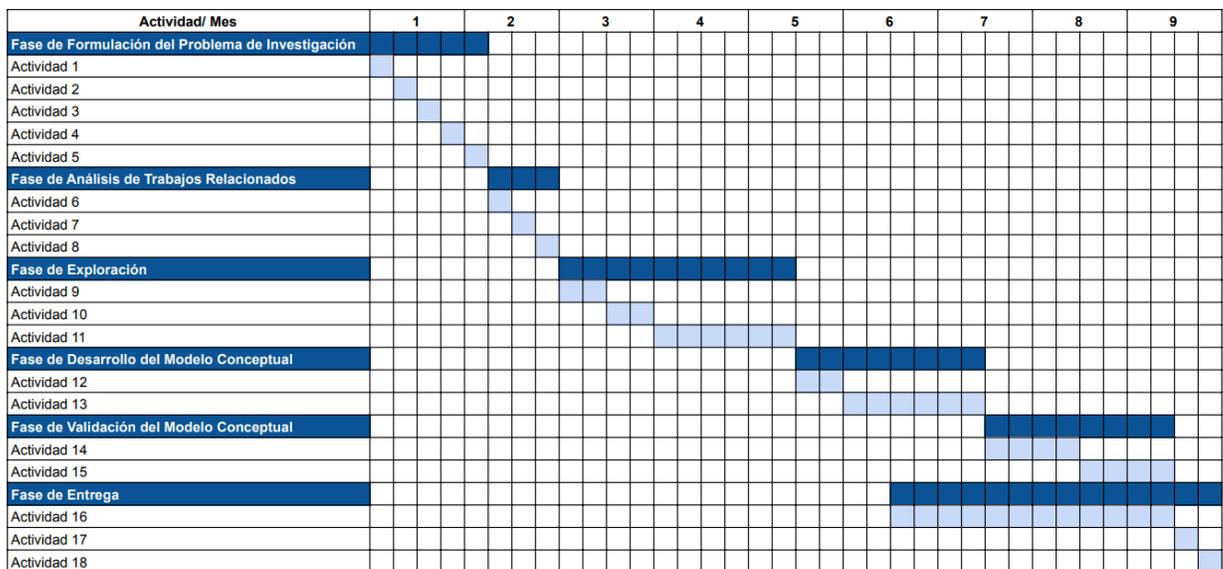


Figura 2: Cronograma de actividades

## 1.5 Aportes del Proyecto

Los trabajos revisados proporcionan la siguiente idea: las interfaces de los sistemas IVI tienen fallas en sus diseños, dado que, no son 100% seguras cuando son usadas por los conductores en la carretera, debido a, que contienen demasiadas funcionalidades y estas solo generan distracción al momento de querer acceder a ellas [7]. Las metodologías centradas en el usuario o en la máquina son insuficientes porque dejan su contraparte sin consideración, en cambio VSD considera ambas partes, ya que, tiene un enfoque más general. Además, al hacer la revisión sobre la implementación de la metodología VSD se determinó que está siendo ampliamente utilizada en diferentes campos para mejorar el diseño de tecnología aplicando valores como seguridad [15, 22], [25-27], confianza [23, 27], bienestar público y salud [15], privacidad y confianza [27],

independencia [26], entre otras. Por lo tanto, este trabajo aporta una guía para el desarrollo de interfaces de Sistemas IVI desde una perspectiva de valores éticos humanos, aplicando la metodología VSD. Desde la perspectiva científica se plantea realizar un aporte que permita la identificación de los interesados y con esto contribuir a la mejora y crecimiento de la metodología VSD. También, contribuir a la línea de Interacción Humano Computador del grupo de investigación IDIS en Colombia y al Laboratorio de Tecnologías Interactivas & Experiencia de Usuario (LITUX) de México, aportando una nueva área de investigación orientada al diseño de sistemas IVI y al uso de la metodología VSD. Desde el punto de vista académico, se espera que las guías diseñadas puedan ser utilizados por los profesores de los cursos de ingeniería del software, interacción humano computador e Interfaz Humano-Máquina, para que los estudiantes de pregrado y posgrado realicen proyectos con esta nueva y creciente tecnología, finalmente, desde el punto de vista industrial podrían ser utilizadas por las empresas que desarrollan Sistemas IVI para que los diseños de sus interfaces incluyan la seguridad (safety) y el bienestar del conductor, pasajeros y personas alrededor.

## 1.6 Estructura del Documento

El presente documento está compuesto por 6 capítulos descritos a continuación:

**Capítulo 1:** En este capítulo se presenta una introducción al tema de investigación, el planteamiento del problema y los objetivos del proyecto. Además, se describe la metodología del trabajo y los aportes de investigación obtenidos. Finalmente, se menciona la estructura del documento.

**Capítulo 2:** En este capítulo se realiza una revisión y descripción de las bases conceptuales que fundamentan la investigación y ejecución del proyecto. Está compuesto por el marco teórico, una sección de trabajos relacionados y brechas existentes.

**Capítulo 3:** En este capítulo se presenta la planeación, ejecución y análisis de resultados de la Fase de Exploración.

**Capítulo 4:** En este capítulo se describe la metodología utilizada para construir la guía de diseño para interfaces infotainment.

**Capítulo 5:** En este capítulo se presenta la validación de la guía propuesta.

**Capítulo 6:** En este capítulo se presentan las principales conclusiones del proyecto y propuestas de trabajo futuro que se obtuvieron durante el desarrollo de la investigación.

En la Figura 3 se muestra un resumen gráfico de la estructura del documento.

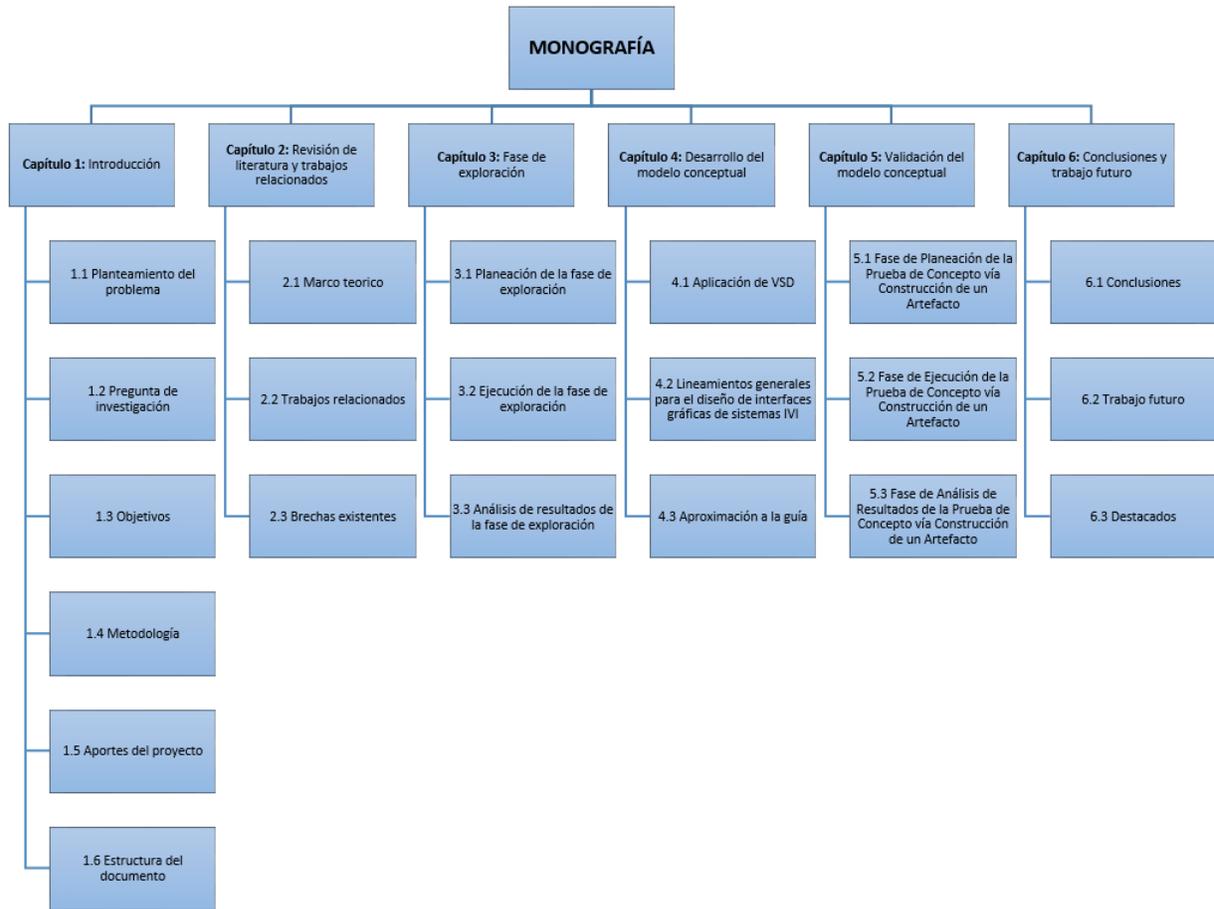


Figura 3: Estructura del documento

# Capítulo 2

## 2 Revisión de Literatura y Trabajos Relacionados

En este capítulo se realiza una revisión y descripción de las bases conceptuales que fundamentan la investigación y ejecución del proyecto. Está compuesto por el marco teórico, una sección de trabajos relacionados y brechas existentes.

### Contenido

- 2.1. Marco Teórico
- 2.2. Trabajos Relacionados
- 2.3. Brechas existentes

## 2.1 Marco Teórico

En esta sección se presenta una recopilación de consideraciones teóricas y diversos temas que soportan el contexto bajo el cual se despliega el trabajo realizado.

### 2.1.1 Interacción Humano Computador - Human Computer Interaction (HCI)

Interacción Humano Computador (HCI) es un campo multidisciplinario que se ocupa del diseño, evaluación e implementación de sistemas de computación interactivos para uso humano y el estudio de los principales fenómenos que los rodean [15]. HCI se involucra con el diseño, evaluación e implementación de sistemas de computación interactivos que son usados por los humanos y con el estudio de su contexto [28]. HCI es el diseño de sistemas computacionales que apoyan a personas para que puedan llevar a cabo sus actividades de manera eficiente y segura [28], es además el estudio y práctica de usabilidad. Es sobre el entendimiento, y creación de software y otras tecnologías que la gente querrá utilizar, será capaz de utilizar y encontrará efectivo al usarla [29]. Es también, el estudio de las características físicas de la interacción (por ejemplo, el entorno físico donde se produce), Su propósito es definir y diseñar herramientas y artefactos para diferentes tipos de ambientes (trabajo, ocio, doméstico) [31] [28]. El objetivo es maximizar la seguridad, eficiencia y fiabilidad para simplificar las tareas e incrementar la sensación de confort y satisfacción [29] [28].

Debido al tamaño de las primeras computadoras de escritorio, los investigadores de HCI se centraron en la facilidad de aprender y usar estas computadoras, sin embargo, con el auge de tecnologías como Internet y los teléfonos inteligentes, el uso de la computadora se alejaría cada vez más del escritorio para abarcar el mundo móvil. Además, HCI ha abarcado constantemente más campos como, computación social y organizacional, la accesibilidad para las personas mayores, las personas con deficiencias cognitivas y físicas, se expandió desde aplicaciones de oficina de escritorio para incluir juegos, aprendizaje y educación, comercio, aplicaciones médicas y de salud, planificación y respuesta de emergencia, sistemas para apoyar la colaboración y la comunidad, y pautas de usabilidad para diferentes sistemas informáticos y no informáticos [1].

HCI adquiere gran relevancia, ya que, el ser humano tiene una capacidad limitada de procesar información, lo cual es muy importante considerar al diseñar, debido a que el computador es el sistema mediante el cual se realiza la interacción, por lo cual puede afectar de maneras diferentes al usuario [30] [31].

Los principales componentes de HCI son:

- El uso y contexto del sistema.
- El usuario humano (Humanware).
- El proceso de desarrollo del sistema.
- El Computador.

### 2.1.2 Value Sensitive Design (VSD)

Value Sensitive Design es una metodología basada en el diseño de tecnología que da cuenta de los valores humanos de manera integral y basada en principios durante todo el proceso de diseño [13]. Teniendo en cuenta cómo la tecnología da forma a la sociedad, los sistemas socio técnicos complejos implican interacciones entre humanos y tecnología y por lo tanto no pueden diseñarse en un vacío de valor [14], VSD se caracteriza por ser una metodología tripartita e iterativa la cual consta de tres componentes principales: investigación conceptual, investigación empírica e investigación técnica.

### 2.1.2.1 Investigación conceptual

La investigación conceptual consiste en el análisis informado por la filosofía de las construcciones de valor relevantes para el diseño, en esta investigación se pretende saber cómo los valores humanos relevantes son apoyados o disminuidos por un diseño en particular, además, cómo las partes interesadas pueden verse afectadas socialmente por algún diseño. Es importante considerar a todos los stakeholders, los cuales pueden ser interesados directos e indirectos, los interesados directos son los individuos u organizaciones que interactúan directamente con el sistema, los interesados indirectos son los individuos u organizaciones afectadas por el uso del sistema [14].

### 2.1.2.2 Investigación empírica

Las investigaciones empíricas abarcan cualquier actividad humana que pueda observarse, medirse o documentarse [13], se pueden usar métodos como entrevistas, observaciones, encuestas, mediciones de comportamiento del usuario y fisiología humana.

Una característica que puede impactar directamente a los valores humanos es la Usabilidad, dentro de la cual se tiene cuatro relaciones entre usabilidad y valores humanos con importancia ética.

Primero, un diseño puede ser bueno tanto para la usabilidad como para los valores humanos con importancia ética. Segundo, un diseño puede ser bueno para la usabilidad, pero a expensas de los valores humanos con una importancia ética. Tercero, un diseño puede ser bueno para los valores humanos con importancia ética, pero a expensas de la usabilidad. Finalmente, un diseño bueno para la usabilidad puede ser necesario para respaldar los valores humanos con una importancia ética [13], en algunos diseños ambos se apoyan mutuamente y en otros hay que ceder sobre uno u otro.

### 2.1.2.3 Investigación técnica

Las investigaciones técnicas se centran en cómo las propiedades tecnológicas existentes apoyan u obstaculizan los valores humanos. Además, estas investigaciones implican diseñar sistemas que respalden los valores identificados en la investigación conceptual. Hay que tener en cuenta que las investigaciones técnicas y las investigaciones empíricas son similares, sin embargo, difieren en su unidad de análisis, ya que, las investigaciones técnicas se centran en la tecnología en sí y las investigaciones empíricas se centran en las personas que usan o se ven afectados por la tecnología (interacción humana con la tecnología) [13].

### 2.1.2.4 Valores que se pueden aplicar usando VSD

Al aplicar el enfoque VSD, se ha determinado que trece valores humanos específicos tienen una importancia ética que debe tenerse en cuenta en el proceso de diseño:

- 1) **Bienestar humano:** Estado de la persona en el que se le hace sensible el buen funcionamiento de su actividad somática y psíquica [32].
- 2) **Seguridad:** Cualidad de seguro [33] - Libre y exento de riesgo [34].
- 3) **Propiedad:** Derecho o facultad de poseer alguien algo y poder disponer de ello dentro de los límites legales [35].
- 4) **Privacidad:** Ámbito de la vida privada que se tiene derecho a proteger de cualquier intromisión [36].
- 5) **Ausencia de prejuicios - prejuicio:** Juzgar una cosa o a una persona antes del tiempo oportuno, o sin tener de ellas cabal conocimiento [37].
- 6) **Usabilidad:** hace referencia a la facilidad con que un usuario puede utilizar una herramienta fabricada por otras personas con el fin de alcanzar un cierto objetivo [38].
- 7) **Confianza:** Esperanza firme que se tiene de alguien o algo [39].

- 8) **Autonomía:** Condición de quien, para ciertas cosas, no depende de nadie [40].
- 9) **Consentimiento informado:** Consentimiento libre, voluntario y consciente prestado por un paciente en el pleno uso de sus facultades o, en su defecto, por sus representantes, requerido para que tenga lugar una actuación que afecta a su salud después de recibir la información adecuada y valorar las opciones del caso. [41].
- 10) **Responsabilidad:** Cualidad que tiene aquel individuo que cumple sus obligaciones o promesas y asume las consecuencias de sus actos [42].
- 11) **Tranquilidad:** Dicho de una persona: Que se toma las cosas con tiempo, sin nerviosismos ni agobios [43].
- 12) **Identidad:** Conjunto de rasgos propios de un individuo o de una colectividad que los caracterizan frente a los demás. [44].
- 13) **Sostenibilidad ambiental:** Es la gestión eficiente de recursos naturales en la actividad productiva, permitiendo su preservación para las necesidades futuras [45].

Estos valores fueron seleccionados inicialmente en el desarrollo de VSD porque representan los valores amplios generalmente discutidos en la literatura sobre tecnología y ética, así como aquellos que se han vuelto más importantes con el uso creciente de tecnologías informáticas en la vida cotidiana. [46]

Hay que tener en cuenta además que los valores descritos anteriormente no son los únicos que se pueden usar, lo más importante al momento de seleccionar un valor es saber lo que es significativo para las personas (interesados) en sus vidas, con un enfoque en la ética y la moralidad [47], Así se pueden seleccionar otros valores como [48]:

- 1) **La equidad:** La equidad es la cualidad que caracteriza al hecho de dar a cada individuo lo que se merece [49].
- 2) **Ganancias:** La ganancia es el aumento de la riqueza que se produce a partir de una transacción u operación de índole económico [50].
- 3) **Sostenibilidad:** Equilibrio de una especie con los recursos de su entorno [51].
- 4) **Amenaza del cambio climático y sus consecuencias:** Se refiere a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos, estos cambios pueden ser naturales o debido a actividades humanas [52].
- 5) **La libertad:** Facultad natural del hombre para actuar a voluntad sin restricciones, respetando su propia conciencia y los valores morales, para alcanzar su plena realización [53].
- 6) **La igualdad:** equivalencia o conformidad en la calidad, cantidad o forma de dos o más elementos [54].

Para el presente estudio inicialmente se escogieron los valores de seguridad (safety) y bienestar humano (wellbeing), ya que, si se realiza una tarea secundaria como el uso del celular, el uso de los sistemas infotainment o alcanzar/manipular objetos mientras se conduce, esto representa hasta el 41 % del riesgo de colisión [55].

Hay que tener en cuenta que, aunque se realicen tareas secundarias mientras se conduce, el grado de distracción y el riesgo de colisión puede variar según la tarea, por ejemplo [56], descubrieron que para conductores novatos el riesgo es mayor cuando realizaban tareas como marcar o enviar mensajes de texto, comer o alcanzar algún objeto, mientras que el riesgo es menor cuando hablan por celular de mano o usando manos libres, además, [56] menciona que cuando los conductores realizan alguna tarea secundaria, el tiempo en que apartan la vista de la carretera es directamente proporcional al riesgo de colisión independientemente del tipo de tarea secundaria, además la tecnología emergente puede favorecer o perjudicar a los conductores, ya que las nuevas tecnologías de infotainment tienen el poder de agravar los factores que ponen en riesgo a los conductores con tareas como llamar, textear o reproducir música, pero también pueden ayudar al conductor mejorando su seguridad con funciones como control electrónico de estabilidad, sistemas de advertencia de colisión e incluso mitigar los riesgos planteados por las distracciones de infotainment [57].

Es por estas razones que los sistemas infotainment deben diseñarse adecuadamente a las necesidades, no solo de los conductores, sino también pasajeros, peatones e incluso demás conductores alrededor, intentado disminuir la distracción causada y disminuyendo el riesgo de causar accidentes.

### 2.1.3 Sistema Infotainment automotrices - In-Vehicle Infotainment (IVI) systems

Infotainment, es un término anglosajón que surge de la mezcla de las palabras: information y entertainment. Su origen es muy claro: programas que ofrecen información bajo fórmulas de entretenimiento [16]. Un sistema infotainment, también conocido en la literatura como IVIS (In-Vehicle Infotainment System o en español, sistema de infotainment en el vehículo) o ICE (In-Car Entertainment o en español, entretenimiento en el vehículo) corresponde al conjunto de componentes utilizados para brindar información y entretenimiento al conductor y otros pasajeros en el vehículo, a través de interfaces con audio y video, y elementos de control como pantallas táctiles, paneles centrales con botones, comandos de voz y demás [6]. Un sistema infotainment está compuesto por la unidad principal integrada de control, un sistema operativo, módulos de conectividad y diferentes elementos de control como botones, pantallas táctiles, comandos de voz, sensores y demás [58]. En la Figura 4 se presenta un ejemplo de un sistema infotainment perteneciente a Mercedes-Benz llamado MBUX infotainment system.



Figura 4: Ejemplo de un sistema infotainment de Mercedes-Benz modelo 2021 [52]

Las diferentes funcionalidades de los sistemas *IVIS* dependen y varían del vehículo; generalmente, cuanto más moderno es, más funcionalidades se incorporan al sistema. Algunas de las aplicaciones más comunes para estos sistemas incluyen el uso de sistemas de navegación GPS, conectividad con teléfonos móviles,

conexión a internet, sintonización de estaciones de radio, puertos USB, entre otras. Algunos vehículos de alta gama contienen sistemas infotainment más avanzados que permiten a los conductores acceder a sus redes sociales y correo, verificar la disponibilidad de lugares de estacionamiento en la ciudad, monitorear el tráfico y transmitir video y audio de alta definición.

Aunque los sistemas de navegación GPS y otros componentes tecnológicos eran incorporados en los vehículos desde principios de la década de 1990, el primer sistema infotainment similar a los que se conoce hoy en día fue anunciado en el 2007 por Ford, siendo este el primer sistema integrado de comunicaciones y entretenimiento en el vehículo y el cual le permitió a los conductores hacer llamadas telefónicas con manos libres, controlar la música y otras funcionalidades con controles especializados, incluidos los comandos de voz activados por un botón en el volante [59]. Desde entonces, las interfaces de usuario para vehículos se han convertido en herramientas para el conductor y los pasajeros, aumentando también las capacidades de procesamiento, almacenamiento, comunicación e interacción en el vehículo.

Los sistemas infotainment generalmente están instalados directamente por los fabricantes del vehículo, sin embargo, hoy en día existen plataformas de duplicación como Android Auto o Apple CarPlay® que pueden instalarse en diversos vehículos para brindar al usuario un conjunto de funcionalidades de interacción adicionales con el Smartphone del conductor.

#### **2.1.4 Interfaz de Usuario o *User Interface (UI)***

La interfaz de usuario (UI) se comporta como el intermediario en la interacción entre un usuario y un sistema. La UI es todo contacto físico, perceptivo y conceptual que hace el usuario mientras hace uso de un sistema [60]. La UI debe transmitir al usuario lo que se puede hacer en el sistema, y esto lo realiza a partir de la incorporación de elementos gráficos, como lo son imágenes, iconos, ventanas, texto, etc., los cuales se encargan de representar la información que se quiere transmitir al usuario de acuerdo con el contexto del sistema [61]. La interacción entre el usuario y la interfaz se realiza a través de dispositivos de entrada como teclados, mouse, trackpads, micrófonos, pantallas táctiles, escáneres de huellas dactilares, lápices electrónicos y cámaras, y dispositivos de salida como monitores, pantallas, parlantes e impresoras.

La UI juega un papel vital en el desarrollo de componentes tecnológicos, pues en términos de visibilidad, diseño y precisión, tiene la mayor importancia en el momento de transmitir la información necesaria para el usuario previsto. Cada decisión tomada para el diseño de la UI puede contribuir al sistema tanto positiva como negativamente.

El objetivo de una UI es hacer que la experiencia del usuario sea fácil e intuitiva, requiriendo un esfuerzo mínimo por parte del usuario para recibir el máximo resultado deseado. La UI busca coincidir y satisfacer las habilidades y expectativas de los usuarios que la van a utilizar [62]. Así mismo, espera ofrecer un entorno visualmente sencillo y amigable para interactuar con las correspondientes aplicaciones, a tal nivel que se convierta en un canal de comunicación transparente entre el usuario y el sistema. El usuario tiene su propia visión del sistema y espera que se comporte de una manera determinada, razón por la cual, la UI debe servir como un intermediario suficientemente intuitivo para el usuario.

#### **2.1.5 Interfaz gráfica de usuario - GUI**

La interfaz gráfica de usuario o GUI es un componente crítico de una aplicación, ya que, a través de ella, el usuario interactúa con el sistema [63]. Una interfaz de usuario debe hacer saber o transmitir al usuario todo lo que él puede hacer en el sistema, y la cual es representada por un conjunto de formas y métodos empleando para esto gráficos e imágenes. Con las gráficas se refiere a botones, iconos, ventanas, fuentes, etc. las cuales

representan acciones e información en el contexto del sistema [64].

El objetivo de una GUI, es ofrecer un entorno visual sencillo y amigable para interactuar con las correspondientes aplicaciones [64] y tiene un papel fundamental para que las aplicaciones tengan o no éxito. La aplicación no será exitosa, si el usuario no consigue concretar una acción o no entiende la secuencia de pasos o simplemente no considera atractivo el diseño de la aplicación que está utilizando [65].

En [65] nos ilustra los siguientes tres puntos de vista distintos en una GUI: El modelo del usuario, el modelo del diseñador, y el modelo del programador.

En el modelo del usuario: El usuario tiene su propia visión del sistema y espera que se comporte de determinada manera. El modelo del usuario se puede conocer estudiando a través test, entrevistas, retroalimentación.

En el modelo del diseñador: El diseñador es quien se encarga de unir las ideas, necesidades y deseos del usuario con las herramientas que dispone el desarrollador para unir las partes. Este modelo consta de tres partes: La presentación, que es lo primero que le llama la atención al usuario; la interacción, que es donde el usuario constata si el producto satisface sus expectativas; la tercera parte, es la de las relaciones entre objetos, y es aquí donde se define la relación entre el modelo mental del usuario y los objetos de la interfaz.

En el modelo del programador: Es el modelo más fácil de visualizar porque se puede especificar formalmente. Este modelo consta de los objetos que manipula el programador, que son distintos a los que maneja el usuario, p. ej. (Mientras que para el programador maneja una base de datos, el usuario la llama agenda o contactos). El usuario no ve los objetos que ve el programador. Si bien, el programador conoce la plataforma de desarrollo, sistema operativo, lenguajes, especificaciones y herramientas de programación; no significa que tenga la habilidad de proporcionar al usuario modelos más adecuados.

## **2.1.6 Guías de diseño**

Las guías de diseño son un conjunto de recomendaciones sobre aspectos específicos de cómo aplicar los principios de diseño para brindar una experiencia de usuario positiva. Estas guías están preparadas para que los diseñadores utilicen estas pautas para juzgar cómo adoptar principios como la intuición, la capacidad de aprendizaje, la eficiencia y la coherencia para poder crear diseños atractivos para satisfacer y superar las necesidades de los usuarios. Estas guías incorporan unas reglas generales para crear un trabajo que mejore el nivel de aceptación de los usuarios, como también debe considerar las necesidades de usuarios con diferentes discapacidades o limitaciones [66].

Para poder diseñar una buena interfaz de usuario es necesario seguir una serie de aspectos importantes [67]. Según [68], inicialmente hay que entender y conocer los usuarios, incluyendo su edad, género, habilidades físicas, nivel de educación, cultura, motivaciones, objetivos, preferencias y personalidad. Por ejemplo, si las personas tienen algún tipo de deterioro visual, prefieren texto y elementos gráficos grandes [67]. Otro aspecto importante es la experiencia de usuario al que está dirigida la aplicación, en [69] los clasifica en base a la experiencia: expertos, intermedios y novatos; en donde, los expertos prefieren interfaces que puedan manejar, esperan un desempeño más rápido y tareas más complejas, a diferencia que los novatos, quienes prefieren ser guiados por la interfaz, que las tareas sean simples, un menor número de opciones y más ayuda [68]. El desafío en el diseño es lograr satisfacer las necesidades tanto de los desarrolladores y diseñadores expertos como de los menos experimentados, evitando la complejidad excesiva para que los menos experimentados logren realizar sus diseños [69].

Conocer al usuario final, puede representar una tarea compleja, en donde investigadores han invertido mucho esfuerzo en el área de las interfaces de usuario. Por ejemplo, se estima que el código de programación

dedicado a ésta excede al 50%. Sin embargo, aún se pueden encontrar interfaces de usuario, que resultan difíciles de aprender y usar, poco intuitivas y, en ocasiones frustrantes [67].

### **2.1.7 Modelo Mental del Usuario**

El modelo mental es un mecanismo del pensamiento mediante el cual un ser humano intenta explicar cómo funciona el mundo. Es un tipo de representación de la realidad externa según cada individuo [70]. Para el ámbito de HCI, el modelo mental puede entenderse como lo que el usuario cree sobre cómo funciona un sistema.

El modelo mental de un usuario es subjetivo, y varía en gran medida entre una persona y otra por muchos motivos, como religión, cultura o geografía entre otros. Este modelo no es preciso, pues está basado en lo que la persona piensa que es verdad, aunque no lo sea en el mundo real. El modelo mental se forma con base a las experiencias previas de los usuarios e incluso son influenciados por la cultura en la que se desenvuelve la persona, por lo que tienden a predecir las acciones que toma el usuario en un escenario en particular y está en constante evolución, pues se adapta a través del tiempo y conforme se van teniendo nuevas experiencias y adquiriendo mayor conocimiento [71].

Un modelo mental se basa en creencias, no en hechos, es decir, no es la forma en la que un usuario interactúa con un sistema, si no, lo que el usuario sabe o cree saber del sistema [72].

Para un diseñador UI uno de sus objetivos principales es lograr que la interfaz de usuario comunique la naturaleza básica del sistema de tal manera que los usuarios formen modelos mentales razonablemente precisos y por lo tanto de gran utilidad. Los modelos mentales son un concepto clave en el desarrollo de instrucciones, documentación, tutoriales, demostraciones y otras formas de asistencia al usuario, pues toda la información fijada en ellos debe ser breve y al mismo tiempo debe enseñar los conceptos clave que la gente necesita saber para entender el sistema en general.

Los modelos mentales son una herramienta que ayuda a las personas a dar sentido al mundo, a interpretar su entorno y comprenderse a sí mismas. Los modelos mentales incluyen categorías, conceptos, identidades, prototipos, estereotipos, narrativas causales y visiones de lo que para cada individuo representa el mundo real [73].

Las personas no responden a sus experiencias sino a sus representaciones mentales de la experiencia. Al construir estas representaciones, las personas utilizan marcos interpretativos proporcionados por los modelos mentales de cada uno. Adicionalmente, el contexto también puede activar un modelo mental en particular. En la Figura 5 se ejemplifica cómo cada usuario, de acuerdo al contexto o experiencia obtienen una visión completamente diferente de la realidad de acuerdo a los marcos interpretativos proporcionados por su modelo mental.

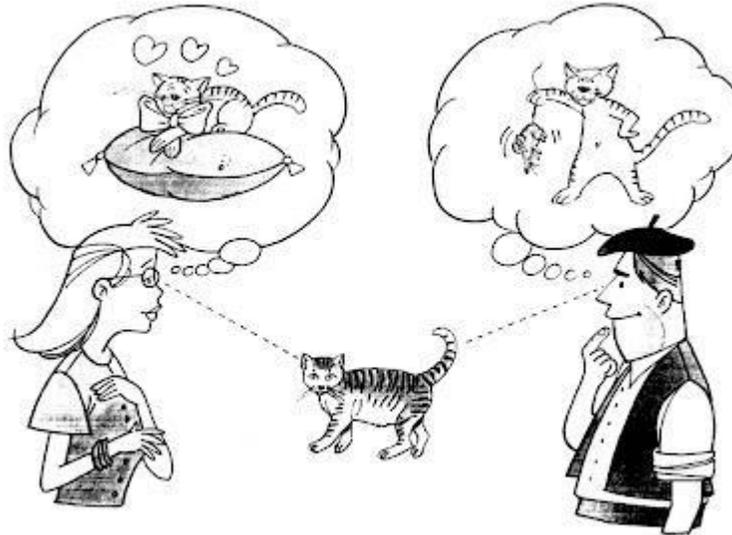


Figura 5: Marcos interpretativos proporcionados por el modelo mental de un individuo y afectados por el contexto [73]

### 2.1.8 Modelo Conceptual del Sistema

Un modelo conceptual es una descripción de alto nivel de cómo se organiza y opera un sistema [74]. El modelo conceptual de un sistema se forma mediante la interpretación de sus acciones percibidas y estructura visible [71]. Para el ámbito de HCI, el modelo conceptual es el cómo los diseñadores de UI representan el uso de un sistema a través de una interfaz.

Este modelo especifica las principales metáforas y analogías del diseño del sistema, los conceptos con el que el usuario interactúa y las relaciones que se crean entre estos conceptos [74].

En otras palabras, un modelo conceptual es una visión idealizada de cómo funciona el sistema y cómo los diseñadores del modelo esperan que los usuarios internalicen su uso. Este modelo también comprende la estructura ontológica del sistema; sus componentes, relaciones y estructuras de control. El modelo es el mecanismo por el cual los usuarios realizan las tareas que el sistema está destinado a respaldar [75].

La comprensión y el entendimiento de una interfaz se basan en establecer un modelo conceptual apropiado que le permita al usuario reconocer aquello que ya conoce y sabe cómo utilizar. El usuario clasifica y organiza sus percepciones, pensamientos y experiencia a partir de los cambios que se van produciendo en cada actividad o contexto en el momento de interactuar con el sistema [76].

Un modelo conceptual debe ser lo más simple posible y al mismo tiempo debe brindar la funcionalidad requerida de la manera más clara. Cuanto más directo sea el mapeo entre la funcionalidad del sistema y el flujo de tareas que se puede realizar dentro de él, mayores serán las posibilidades de que los usuarios adopten correctamente el modelo conceptual objetivo de los diseñadores [75].

El modelo conceptual de un sistema interactivo no es la interfaz de usuario. No se trata de cómo se ve el software o cómo se siente. No especifica las acciones del mouse, gráficos o diseño de la pantalla, comandos, esquemas de navegación, cuadros de diálogo o mensajes de error. Describe únicamente lo que los usuarios pueden hacer con el sistema y los conceptos que necesitan comprender para operarlo [75].

Algunos de los elementos que contribuyen al modelo conceptual de un sistema son la arquitectura de su

información, es decir, la forma en la que se agrupan y estructuran las diferentes secciones del sistema; la terminología, que tiene en cuenta preguntas como ¿el usuario está familiarizado con las palabras que se utilizan? o ¿en qué medida coinciden los términos del sistema con los que usan los usuarios en su cotidianidad?; y los modelos de interacción, que se preocupan por mantener un patrón de interacción estándar evitando sorpresas o confusión por parte del usuario [77]. Es responsabilidad de los diseñadores proyectar un modelo conceptual que tenga sentido para los usuarios en función de su comprensión del flujo de tareas y el esqueleto del diseño [75].

### 2.1.9 Relación entre el Modelo Mental y el Modelo Conceptual

Así mismo como el usuario tiene un modelo mental que le permite interpretar el funcionamiento de un sistema, el diseñador cuenta con cierto modelo mental que influye en gran medida en el planteamiento del modelo conceptual, es decir, en pocas palabras, en el diseño general del sistema. El problema, de acuerdo con [78], es cuando el modelo mental del usuario, el modelo mental del diseñador y por ende el modelo conceptual del sistema, no coinciden.

Entre menor sea la brecha entre el modelo mental del diseñador y el modelo mental del usuario, las probabilidades de que se dé una experiencia de usuario positiva será mayor, dado que se previenen errores de uso y el usuario navega en el sistema de una forma intuitiva [71]. La Figura 6 enseña la relación entre el modelo mental del usuario, el modelo mental del diseñador y el modelo conceptual del sistema.

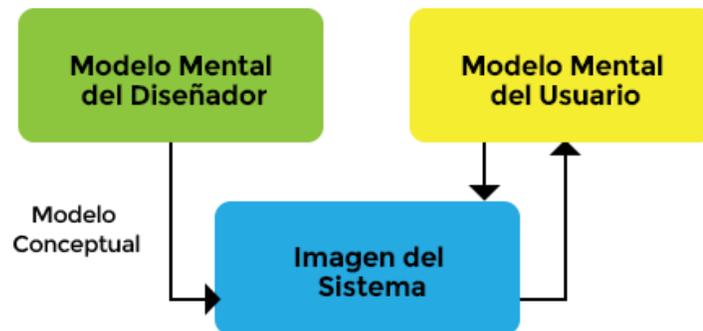


Figura 6: Relación entre el modelo mental del usuario, el modelo mental del diseñador y el modelo conceptual del sistema [71]

### 2.1.10 Experiencia de Usuario o User eXperience (UX)

El término UX ha sido definido desde distintas perspectivas y por múltiples autores a lo largo del tiempo, en un esfuerzo por identificar los factores y dimensiones a considerar para evaluar la experiencia del usuario en el momento de interactuar con un sistema, lo que permite inferir que se trata de un concepto dinámico y dependiente del contexto [79-80].

De acuerdo con [81], UX comprende todos los aspectos de cómo las personas usan un producto interactivo, cómo se siente en sus manos, qué tan bien entienden cómo funciona, cómo se sienten al respecto mientras lo usan, qué tan bien sirve sus propósitos y qué tan bien encaja en todo el contexto en el que lo están usando.

Del mismo modo, en [82] se argumenta que UX es una consecuencia del estado interno del usuario, las características del sistema diseñado y el contexto (o el entorno) dentro del cual ocurre la interacción.

Autores destacados como Norman & Nielsen [83] sostienen que el término de UX abarca todos los aspectos de la interacción del usuario final con la empresa, sus servicios y productos, y dan a entender que el principal requisito para brindar una experiencia ejemplar es satisfacer las necesidades exactas del cliente. Otros factores que toman en cuenta estos autores son la simplicidad y la elegancia que producen los productos.

En otras definiciones recientes como la de Ross [84] se establece que UX hace referencia al “sentimiento o experiencia general que una persona tiene cuando usa un producto, como un sitio web, un dispositivo móvil o una aplicación de software. Incluye lo fácil que es de usar, lo agradable y satisfactoria que es la experiencia, si es útil o no y cuán bien satisface las necesidades de la persona”.

UX también se puede definir como la respuesta sensorial, emocional y reflexiva del usuario a la interacción con un sistema en un contexto, donde este usuario se refiere a la persona que usa o emplea algo, el sistema indica el dispositivo u objeto artificial que está organizado para un propósito, el contexto introduce las condiciones interrelacionadas en las que algo existe u ocurre, y la interacción señala la cadena de acciones y reacciones interdependientes entre un usuario y un sistema. Además, algunos enfoques destacan la importancia de tener en cuenta elementos como la temporalidad para fortalecer la relación a largo plazo entre el usuario y el sistema [85- 86].

De acuerdo con [87], la experiencia de usuario es construida mediante la superposición de cuatro niveles que se integran entre sí. Estas capas integrales corresponden a la utilidad, la usabilidad, la deseabilidad y la experiencia de marca. Cabe mencionar que los dos niveles sobre los que el diseñador de UX tiene mayor control son la usabilidad y la deseabilidad. La Figura 7 muestra las cuatro capas integrales de UX.

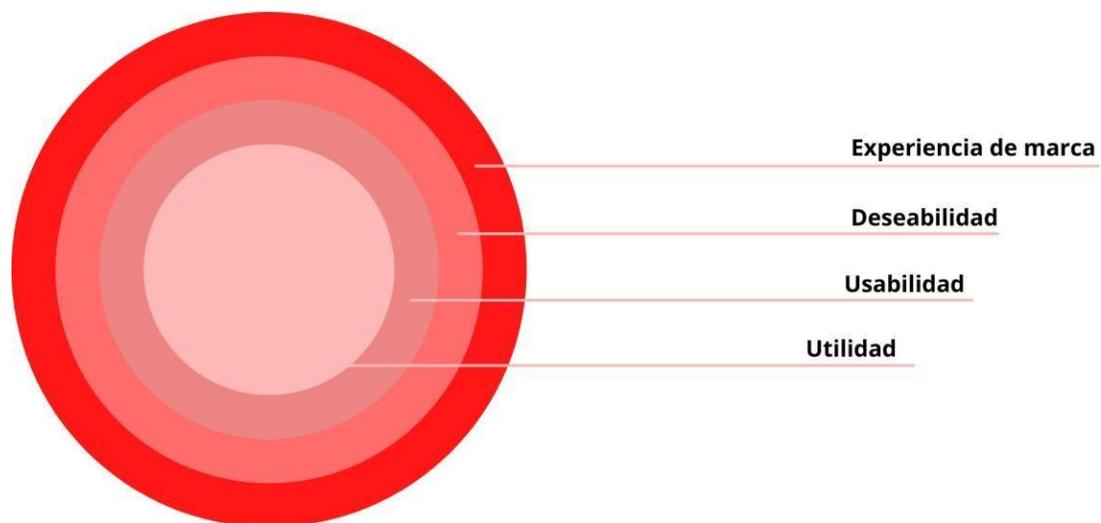


Figura 7: Capas de UX de acuerdo con [75]

### 2.1.11 Utilidad

La utilidad es el atributo que mide si efectivamente un sistema permite hacer lo que el usuario necesita o espera de él [88]. La utilidad consiste en proporcionar funciones que los usuarios requieren en primer lugar para satisfacer sus necesidades [89].

En este nivel se espera responder con preguntas como lo son: ¿el producto es útil para el usuario?, ¿el sistema cuenta con un propósito que satisfaga las necesidades del usuario? o ¿el producto permite solucionar el problema del usuario?

Sin utilidad es bastante evidente que no puede existir experiencia de usuario, pues si un usuario potencial no encuentra valor en el producto o no percibe que el producto pueda satisfacer sus necesidades no se convertirá en un usuario en primer lugar [87].

## **2.1.12 Usabilidad**

El concepto de usabilidad de un sistema software, introducido por J. Nielsen [90] tiene dos componentes principales, una hace referencia al aspecto funcional del sistema, es decir, las acciones u operaciones que el sistema realiza; y otra, a cómo los usuarios pueden usar dicha funcionalidad [91]

La usabilidad es una medida de qué tan bien un usuario específico, en un contexto particular, puede usar un producto o diseño para lograr un objetivo definido, de manera efectiva, eficiente y satisfactoria [92]. En un contexto cercano, la usabilidad puede definirse como un atributo de calidad que evalúa la facilidad de uso de las interfaces de usuario [93].

La usabilidad se evalúa en distintas etapas del uso del producto, desde el proceso de aprendizaje hasta el nivel de satisfacción que provoca el diseño al final [88].

La usabilidad es fundamental en el desarrollo de interfaces pues si los usuarios no pueden lograr sus objetivos de manera eficiente, efectiva y satisfactoria, es probable que busquen una solución alternativa para alcanzar estos objetivos, lo que evita que se lleve a cabo el flujo de actividades que se tiene precisado para completar las tareas y esto genere problemas en la experiencia de usuario en general [89].

La usabilidad es el resultado de un proceso de Diseño Centrado en el Usuario o User Centered Design (UCD). Este proceso examina cómo y por qué un usuario adoptará un producto y busca evaluar ese uso. Este proceso es iterativo y busca mejorar continuamente después de cada ciclo de evaluación [89].

En este nivel se espera responder con preguntas como lo son: ¿el producto es fácil e intuitivo de usar?, ¿le gusta al usuario la forma en que se ve y se siente el producto? o ¿es sencillo memorizar la forma en la que se interactúa con el producto para futuros usos?

De acuerdo con [93], la usabilidad puede ser estudiada a partir de subcomponentes de calidad que incluyen la aprendibilidad, la eficiencia, la memorabilidad, la tolerancia a errores y la satisfacción.

La aprendibilidad corresponde a qué tan fácil es para los usuarios realizar las tareas del producto la primera vez que se encuentran con el diseño. Se espera que los nuevos usuarios puedan lograr sus objetivos fácilmente e incluso más fácilmente en futuras visitas.

Una vez que los usuarios han aprendido el diseño, la eficiencia corresponde a con qué rapidez y facilidad pueden ejecutar las tareas nuevamente. Se espera que los usuarios puedan realizar tareas rápidamente a través del proceso más sencillo posible.

Cuando los usuarios regresan al diseño después de un período de no usarlo, la memorabilidad tiene en cuenta con qué facilidad pueden restablecer la habilidad y fácil uso que se tenía cuándo se usaba anteriormente.

La usabilidad no busca solamente responder a preguntas como ¿cuántos errores cometen los usuarios? o ¿qué tan graves son estos errores?, si no que identifica una tolerancia a errar que busca responder a con qué facilidad pueden recuperarse los usuarios de los errores que cometen. Por último, la satisfacción describe qué tan agradable es usar en general el sistema para un usuario.

Cuando se encuentran por primera vez con una interfaz, los usuarios deben poder orientarse con la suficiente facilidad para lograr los objetivos sin depender de conocimientos externos o expertos. Un diseño con alta usabilidad guía a los usuarios por la ruta más fácil y menos laboriosa. Por lo tanto, el diseño debe aprovechar una comprensión profunda de los contextos de los usuarios. Para hacer eso, debe adaptarse a sus limitaciones, como su entorno, las posibles distracciones y la carga cognitiva que se genera al usar el sistema [92].

### **2.1.13 Accesibilidad**

La accesibilidad es el conjunto de características que debe disponer un entorno, producto o servicio para ser utilizable en condiciones de confort, seguridad e igualdad por todas las personas y, en particular, por aquellas que tienen alguna discapacidad [94].

En el ámbito de los sistemas informáticos, implica proporcionar flexibilidad en el sistema para adaptarse a las necesidades de cada usuario y a sus preferencias y/o limitaciones [95].

De acuerdo con [96], los principales tipos de limitaciones que pueden impedir a los usuarios el acceso a un sistema se engloban en cuatro categorías, que enmarcan una gran diversidad de discapacidades, y que requieren de atención específica a la hora de desarrollar sistemas.

Las discapacidades que más comúnmente se presentan son:

- Deficiencia visual: Entre las cuales se encuentra la ceguera, la visión reducida y los problemas en visualización de color.
- Deficiencia auditiva: Pueden ser consideradas menos limitadoras en el acceso y uso de contenidos digitales, debido a que el canal sonoro es mucho menos utilizado en interfaces que el canal visual. Pero no hay que olvidar limitaciones y barreras derivadas de la discapacidad, como lo es el caso del lenguaje.
- Deficiencia motriz: Son las relacionadas con la capacidad de movilidad del usuario. Estos usuarios no son capaces de interactuar con el sistema a través de dispositivos de entrada tradicionales, por lo que podría ser necesario utilizar un dispositivo alternativo.

Por otro lado, la discapacidad no es el único tipo de limitación, puesto que las capacidades y aptitudes de todas las personas son muy variables unas de otras. Los seres humanos, son diferentes entre sí y por ello todas las interfaces de usuario deberían adaptarse a esas diferencias, de tal forma que puedan ser utilizadas por cualquier persona, logrando así su accesibilidad. Cuando un usuario (independientemente de sus capacidades) encuentra una barrera para interactuar con un sistema, este se relaciona directamente con su interfaz [95].

### **2.1.14 Deseabilidad**

La deseabilidad involucra todos los elementos de imagen, diseño e identidad que provocan emociones de apreciación y atracción en el usuario hacia el sistema [75]. Sin embargo, este nivel no se limita a la estética

o a los diseños visualmente atractivos, si no que busca, de forma imperativa, definir el contexto de un usuario cuando este realiza una tarea para hacer el sistema deseable. Un producto deseable debe involucrar a los usuarios en relación con su contexto, entorno y su intención al usar el producto, para que exista un deseo de adquirir y usar el sistema [97].

La deseabilidad es un factor clave de selección del usuario cuando múltiples productos tienen el mismo nivel de utilidad y usabilidad [89].

### **2.1.15 Diseño centrado en el usuario**

El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) es una filosofía de diseño y un proceso en el que las necesidades, requerimientos y limitaciones del usuario final del producto constituyen el foco de cada etapa del proceso de diseño. Involucrando al usuario en cada fase del proceso de desarrollo se garantiza que el producto final responda a sus necesidades y características [98].

La principal diferencia del DCU frente a otros enfoques es que su proceso no es secuencial o lineal, sino que presenta ciclos en los que iterativamente se prueba el diseño y se optimiza hasta alcanzar el nivel de calidad requerido.

En el proceso de DCU podemos diferenciar entre las siguientes etapas [99]:

- **Planificación/Investigación:** Se define conceptualmente el producto en base a la investigación de la audiencia objetiva (necesidades, motivaciones, características, hábitos, modelo mental, actividades...) y al análisis competitivo (qué otros productos existen con audiencias y funciones similares).
- **Diseño/Prototipado:** Se toman decisiones de diseño partiendo de su dimensión más general (arquitectura de información y diseño de interacción) hasta su dimensión más específica (diseño gráfico en detalle y micro-interacciones). Estas decisiones se documentan y se prototipan con objetivos de evaluación.
- **Evaluación:** Aquellas decisiones de diseño y procesos críticos del producto se ponen a prueba mediante métodos de evaluación que pueden involucrar a usuarios.
- **Implementación:** Una vez el diseño ha alcanzado el nivel requerido de calidad, se procede a su implementación o puesta en producción [100].

### **2.1.16 Contexto**

El contexto de uso, o simplemente contexto, es el conjunto de condiciones bajo las cuales un producto en específico es utilizado [101]. Este contexto incluye, pero no se limita a, el entorno social, el entorno económico, el entorno físico, la coexperiencia con otros usuarios, consideraciones técnicas, uso simultáneo de otros objetos o productos externos, que influyen en el uso del sistema y en el grado de satisfacción de los usuarios [102].

La calidad de uso del producto depende de la comprensión y la planificación de las características de los usuarios, las tareas y también del entorno físico en el que el sistema será utilizado, por lo tanto, la identificación del contexto es fundamental para la relación entre el usuario y el sistema.

Comprender el contexto de uso significa comprender las circunstancias en las cuales el producto va a ser usado [103].

La usabilidad de un producto depende de su contexto de uso [104]. Es por ello que en su definición se enfatiza que la usabilidad de un producto se ve afectada no solo por las características del mismo, sino también por las circunstancias en específico en las que el producto es usado. Por lo tanto, los productos deben ser diseñados para contextos específicos. También es importante mencionar que la medición de la usabilidad siempre debe realizarse en un contexto apropiado para obtener los resultados esperados. [102]

### **2.1.17 Distracción del Conductor**

En general, el término distracción se ha definido como la desviación de atención de un objeto u evento por parte de un individuo, la cual es causada por alguna perturbación externa o la ejecución simultánea de otras actividades [105].

En un contexto más específico, la distracción del conductor es la desviación de atención al conducir, debido a que el conductor se enfoca temporalmente en un objeto, persona, tarea o evento no relacionado con la tarea principal, que corresponde a la conducción, lo que reduce la conciencia del conductor, disminuye su capacidad de decisión y rendimiento, e incrementa así el riesgo de accidentes por esta causa [105, 107]. La distracción del conductor resulta en una atención insuficiente o nula a las actividades críticas para una conducción segura.

Aunque las fuentes de distracción del conductor pueden ser diferentes, los efectos adversos incluyen la disminución del desempeño al conducir, tiempos de reacción más lentos, más problemas para mantener el rumbo, una mayor cantidad de errores y un enfoque visual más limitado.

Como se mencionó en el Capítulo 1, la distracción puede provenir de diversas fuentes que pueden encontrarse en el exterior o en el interior del vehículo. Aquellos eventos distractores ubicados en el exterior del vehículo, también conocidos como fuentes externas, pueden producirse por la desviación de atención del conductor al observar objetos externos, ya sean edificios, vallas publicitarias, y demás. Por otro lado, las fuentes internas, es decir, aquellas que se encuentran dentro del vehículo, incluyen actividades como hablar con otro pasajero, hacer uso del teléfono móvil, conectar algún dispositivo a través de Bluetooth, comer, tomar algo e inclusive maquillarse mientras se conduce, manipular el sistema infotainment para ejecutar tareas como sintonizar una estación de radio, reproducir música por medio del reproductor de CD, entre muchas otras.

En [86] se indica que los conductores de automóviles dedican alrededor del 25-30% del tiempo total de conducción a actividades que distraen, lo que puede traer consigo una probabilidad mayor de accidentes por esta causa.

Los sistemas infotainment son un ejemplo claro de cómo la incorporación de nuevas tareas en el vehículo puede generar distracción al conductor [108]. La distracción por este tipo de sistemas puede aumentar aún más por la ejecución de tareas simultáneamente, pues esta acción causa una competencia por los recursos cognitivos entre las diferentes actividades y esta competencia produce un incremento en la desviación de la atención del conductor [106].

Debido a que la conducción es una actividad variada y compleja, no es factible definir un modelo normativo de cómo los conductores deben prestar atención a la carretera y, por lo tanto, es difícil evaluar el grado en que existe una distribución inadecuada de la atención [106].

Esta desviación de atención puede clasificarse en diferentes categorías, incluyendo distracciones visuales, manuales, auditivas y cognitivas. Las distracciones visuales suceden cuando el conductor desvía su atención apartando la vista de la carretera, las distracciones manuales ocurren cuando una o ambas manos se encuentran desprendidas del volante, las distracciones auditivas son ocasionadas por sonidos como una

llamada telefónica o la sirena de una ambulancia, y por último, las distracciones cognitivas se presentan cuando el conductor realiza tareas que requieren de procesamiento de información a tal nivel que se reduce su atención significativamente de la tarea principal, la cual es manejar. En general, estos cuatro tipos de distracción rara vez ocurren de forma aislada, sino que, por el contrario, suceden simultáneamente y se generan relaciones de composición y asociación entre ellas [109].

### **2.1.18 Carga de Trabajo Mental**

La carga de trabajo mental puede definirse como la cantidad de recursos mentales, cognitivos e intelectuales que requiere la realización de una tarea [110]. Esta carga es un constructo multidimensional que hace referencia a la habilidad de una persona para enfrentarse con las demandas impuestas por el procesamiento de información de una tarea o un sistema (ej. memoria, atención) [111]. Este constructo multidimensional también abarca las características de la persona (ej. nivel educativo, autoeficacia) y las características de la situación y el contexto (ej. presión temporal, situación de riesgo).

La carga de trabajo mental también puede definirse como el conjunto de tensiones inducidas en una persona por las exigencias de trabajo mental al ejecutar una tarea que implica fundamentalmente de procesos cognitivos, de procesamiento de información y de la duración de esfuerzo mental en términos de concentración, atención, memoria, coordinación de ideas, toma de decisiones, etc. [112].

La carga de trabajo es un constructo hipotético que representa el costo en el que incurre un usuario para lograr un nivel básico de desempeño. La carga de trabajo subjetiva de un usuario u operador resume las influencias de muchos factores, no solamente de las demandas objetivas impuestas por la tarea. Por lo tanto, se puede afirmar que la carga de trabajo no es una propiedad inherente, sino que surge de la interacción entre los requisitos de la tarea, las circunstancias en las que se realiza, y las habilidades, comportamientos y percepciones del usuario [113].

Esta carga puede segmentarse en tres atributos funcionalmente relacionados: carga de entrada o input load, esfuerzo del operador u operator effort, y rendimiento o performance [114].

La carga de entrada incluye los factores o eventos externos al usuario. Las mejores fuentes de carga de entrada pueden dividirse en tres categorías: ambientales (ej. ruido, vibraciones externas, temperatura, etc.), inducidas por el diseño o situacionales (ej. diseño de la interfaz, diseño de los elementos de control, estado de la pantalla, etc.), y procedimentales (ej. secuencia de las tareas, duración de las actividades, etc.).

El esfuerzo del operador es interno al usuario y puede comprender aspectos relacionados con la experiencia del individuo, la personalidad, la motivación, eventos pasados, etc., e incluso puede verse influenciado por la carga de entrada y los requerimientos de rendimiento.

Por último, el rendimiento corresponde a las salidas de información generadas intencionalmente por el operador humano, que sirven como entradas para otros componentes de un sistema hombre-máquina y pueden proporcionar retroalimentación sobre la adecuación del esfuerzo. En otras palabras, es el resultado que se obtiene de realizar una tarea, teniendo en cuenta todos los factores de la carga de entrada y el esfuerzo del operador.

En la Figura 8 se puede observar de manera gráfica la relación entre los atributos de la carga de trabajo mental.

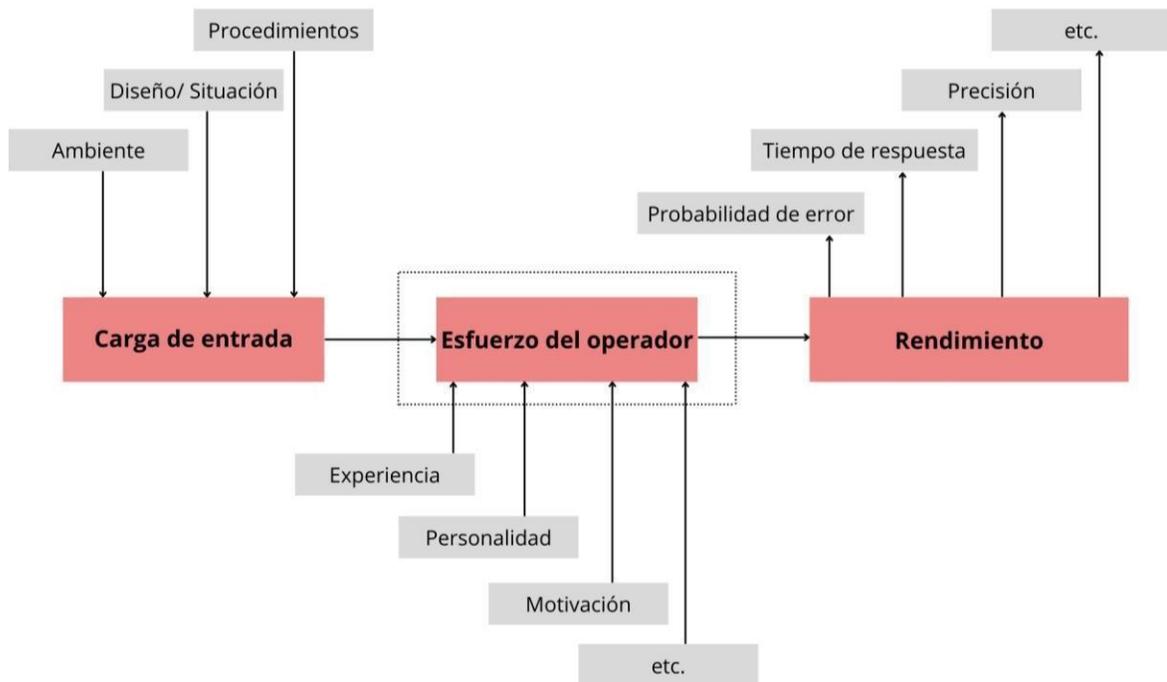


Figura 8: Atributos de la carga de trabajo mental [92]

### 2.1.19 Patrones de Diseño de Interfaces de Usuario

Los patrones de diseño de interfaces de usuario son un conjunto de soluciones probadas que resuelven problemas de diseño recurrentes y comunes, que ocurren en un contexto específico [115]. Estos patrones son los puntos de referencia estándares para los diseñadores de interfaces de usuario.

Algunas de las definiciones de este tipo de patrones incluyen las siguientes:

- Una forma, plantilla o modelo o, de manera más abstracta, un conjunto de reglas que se pueden usar para hacer o generar cosas o partes de la misma [116].
- Una solución general repetible para un problema común [116].
- Una solución invariante para abordar un problema de diseño recurrente dentro de un contexto específico [117].
- Una solución general repetible para un problema de usabilidad común en el diseño de interfaz o diseño de interacción [116].
- Una regla de tres partes que expresa una relación entre un determinado contexto, un problema y una solución [118].

Retomando la última definición, en [118] se establece que cada patrón tiene tres elementos esenciales, que son: un contexto, un problema y una solución. El contexto describe un conjunto recurrente de situaciones en las que se puede aplicar el patrón. El problema se refiere a un conjunto de fuerzas como metas y limitaciones, que ocurren en el contexto. Generalmente, el problema describe cuándo usar el patrón. Por último, la solución

se refiere a una forma o regla de diseño que se puede aplicar para resolver las mencionadas fuerzas. Adicionalmente, la solución describe los elementos que constituyen el patrón, las relaciones entre estos elementos, así como las responsabilidades y especificaciones de su aplicación.

La Figura 9 enseña los 3 elementos esenciales que componen un patrón de diseño de acuerdo con [113].

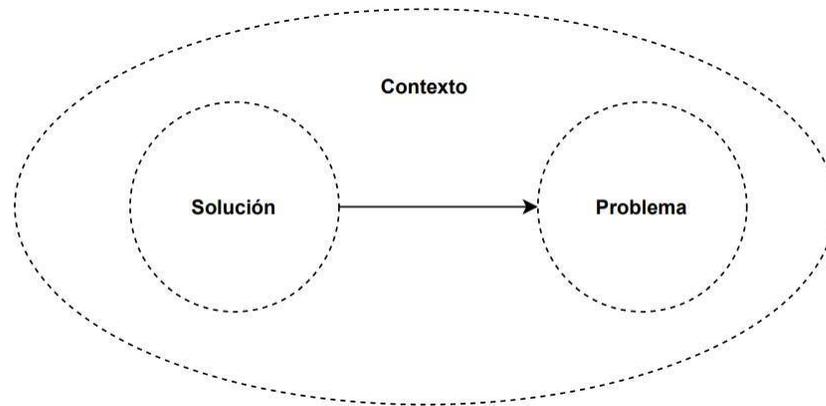


Figura 9: Elementos de un patrón de diseño de acuerdo con [94]

Los patrones de diseño están orientados a problemas, son concretos y precisos para un mejor entendimiento por parte de los diseñadores principiantes, están orientados al contexto y promueven la reutilización. Igualmente, son un medio intuitivo para documentar el conocimiento de diseño y las mejores prácticas, son sencillos y legibles para diseñadores, desarrolladores y otras partes interesadas y, por lo tanto, deben presentarse en un lenguaje claro para los distintos lectores. Estos patrones capturan los principios esenciales para un buen diseño, dándole a conocer al diseñador qué hacer y por qué hacerlo, pero al tiempo, son lo suficientemente genéricos como para permitir diferentes implementaciones.

En esencia, los patrones dan una solución invariable a un problema y son lo suficientemente abstractos como para basarse en los elementos comunes que se mantienen entre todas las instancias de la solución resultante. Lo notable de los patrones de diseño es que son tanto concretos como abstractos al mismo tiempo. Son lo suficientemente concretos como para proporcionar soluciones sólidas a problemas de diseño, que se pueden poner en práctica de inmediato, y, por otro lado, son lo suficientemente abstractos como para aplicarse a diferentes situaciones [116].

## 2.2 Trabajos Relacionados

En esta sección se presentan algunas de las recomendaciones, directrices y principios utilizados a nivel global para el diseño de interfaces de usuario de sistemas infotainment, así como trabajos destacados acerca de patrones de diseño de este tipo de sistemas y de la distracción del conductor.

### 2.2.1 Recomendaciones, directrices y principios de diseño de sistemas infotainment

Debido a la creciente aceptación de los sistemas infotainment por parte de los usuarios, los investigadores han publicado diferentes estudios y/o recomendaciones que buscan mejorar la interacción con ellos, incluyendo algunas características de las interfaces humano computador automatizada, brindando una mejor experiencia al conducir, y contribuyendo a la seguridad de los conductores, a continuación, se presentan

algunas de las más relevantes.

*Tabla 1: Recomendaciones, directrices y principios de diseño de sistemas infotainment*

Marco de evaluación	En [120] se presenta un marco para la evaluación de la usabilidad en el contexto de los sistemas de información en el vehículo (IVIS). Este marco guía a los diseñadores mediante la definición de criterios de usabilidad para una evaluación, seleccionando métodos de evaluación apropiados y aplicando estos métodos. Estas etapas forman un proceso iterativo de diseño de la evaluación designada con el objetivo general de mejorar la usabilidad de los IVIS y mejorar la experiencia de conducción, sin comprometer la seguridad del conductor.
Pautas de diseño	En [121] nos da una descripción general de las pautas de diseño para el desarrollo de sistemas de navegación fáciles de usar. Se tratan aspectos de la interfaz del controlador, pantallas con comandos de voz, tamaño de texto, detalles de diseño de la pantalla y la velocidad. Es particularmente importante que la información en el vehículo sea compatible con información en carretera agregando factores humanos.
Estrategia para optimizar interfaces de sistemas infotainment	En [124] se habla de la cantidad de información a la cual está sometido un conductor dentro de su vehículo, la interacción entre el conductor y estos sistemas son críticos, puesto que, pueden distraer al conductor de su papel principal que es conducir. En el artículo se presenta un método para optimizarlas interfaces (HMI) en la interacción automotriz y presenta una estrategia para diseñar mensajes o advertencias de una manera óptima en términos de seguridad del conductor.
Conceptos de interfaz hombre-máquina basados en Conciencia de la situación	En [125] se presenta la importancia de la multitarea en el vehículo y de la popularidad de esta misma dentro de un automóvil. Sin embargo, al aumentar la demanda de los usuarios por tener estos sistemas se generó un “Diseño sin restricciones”, una filosofía para apoyar el diseño, que termina limitándolo. Conciencia de la situación (SA), una teoría que permite a los diseñadores comprender cómo interactúan los operadores en un entorno dinámico y ambientes complejos, SA se utiliza para enmarcar esta investigación experimental. Se proponen conceptos de interfaz hombre-máquina basados en SA, diseñado para ayudar a los conductores a realizar múltiples tareas en el vehículo, cuando la tarea es frecuente se requiere conmutación.
Posibilidad de aplicar HCI en los sistemas infotainment	<p>En [122] habla del desafío que presenta la adaptación humano-computador en vehículos autónomos. Las decisiones de diseño generalmente se basan en cuestiones financieras, técnicas, políticas y personales. Los usuarios son motivados por necesidades que están enraizadas en lo que les da sentido. Por lo tanto, un buen diseño resulta de un proceso que se centra en comprender a los usuarios y sus preocupaciones.</p> <p>En [123] se indica que los avances en la instrumentación de vehículos son impulsados por la demanda del cliente, por el deseo de fabricantes para agregar valor y por tecnología cada vez más sofisticada. La gama de equipos de información y comunicaciones disponibles para el conductor ha crecido considerablemente en los últimos 5 años. Las computadoras de viaje y los sistemas de datos de radio (RDS) son ahora estándar en muchos vehículos, y el uso de teléfonos en el vehículo también ha aumentado. Otros productos de información para el conductor, como los sistemas de advertencia de congestión</p>

	y guía de ruta son cada vez más comunes. Ahora, a medida que surgen productos, las necesidades reales de los controladores y su interacción con los nuevos sistemas está recibiendo mucha mayor atención. La interacción humano computador (HCI) está emergiendo como un área clave, lo cual tiene un impacto significativo en la usabilidad y seguridad de los sistemas en el vehículo
--	---

## 2.2.2 Patrones de diseño de sistemas *infotainment*

Por otro lado, en la búsqueda de literatura de patrones de diseño existentes, se encontró un conjunto de patrones de diseño aplicados al dominio automotriz y con un enfoque en la experiencia de usuario dentro del vehículo. Esta propuesta se describe en [127], donde un grupo de investigadores del área de HCI trabajan junto a ingenieros y diseñadores de la industria automotriz, para presentar un conjunto de 8 patrones de diseño de UX en el vehículo que ofrecen soluciones a problemas recurrentes en el diseño de interacciones humano-vehículo. Las problemáticas afrontadas en estos patrones incluyen: la profundidad del menú y número de opciones en las interfaces de los sistemas, el tamaño del campo táctil de la pantalla, el diseño de advertencias e información auditiva, la elección de la mejor modalidad para la visualización de advertencias, el tiempo de respuesta del sistema al interactuar por modo táctil, el tamaño de los iconos presentados en pantalla, la elección de colores adecuados para la visualización en pantalla, y la preferencia de uso de pantallas táctiles o botones físicos.

## 2.2.3 Distracción del conductor

Finalmente, se destacan algunas investigaciones recientes acerca de la distracción del conductor generada por la interacción con sistemas *infotainment* en el vehículo.

En [128] se evalúa la demanda visual y cognitiva experimentada por conductores al usar sistemas *infotainment* en función de diferentes tipos de tareas secundarias (ej. audio-entretenimiento, llamadas y marcación, mensajes de texto y navegación), variando los modos de interacción (ej. por voz, por pantalla táctil, por botones y/o rueda giratoria) y experimentando en distintos vehículos. Del estudio realizado, los autores concluyen que, en relación con las tareas secundarias, tanto la mensajería de texto como la navegación, se asocian con niveles altos de demanda. Por otro lado, con relación a los modos de interacción, las interacciones usando la pantalla táctil exigieron menor demanda que las interacciones auditivo-vocales, que a su vez eran menos exigentes que las interacciones manuales en la consola central. Por último, con relación a los vehículos utilizados, 15 de ellos puntuaron niveles significativamente altos de demanda cognitiva, visual y subjetiva.

En [129] los autores proponen un diseño minimalista para sistemas *infotainment* que busca ayudar a reducir la distracción del conductor al proporcionar modos redundantes de interacción que se asimilan a la interacción humano-humano. El sistema diseñado permite una interacción multimodal que le da flexibilidad al sistema para aprovechar el modo (voz, tacto o texto) o la combinación de modos más adecuados según la tarea, el entorno o las preferencias del usuario. Adicionalmente, para optimizar la interacción, el diseño busca un equilibrio en el número de funcionalidades ofrecidas por el sistema para que el conductor pueda navegar por las interfaces en el menor número de pasos posible. Según el experimento de los autores, la interacción multimodal produjo menor distracción al conductor que el modo de interacción únicamente por voz y ayudó a reducir el tiempo en el que el conductor desviaba la mirada de la carretera. Además, el diseño minimalista aumentó la facilidad de uso del sistema y la seguridad del conductor.

En la investigación presentada en [130], los autores evaluaron y compararon 5 sistemas infotainment nativos (i.e. HondaLink, SYNC 3, MyLink, UVO y Uconnect) con los de Apple CarPlay® y Android Auto cuando se usan en los mismos vehículos. La comparación se hizo en términos de la demanda cognitiva, demanda visual y carga de trabajo subjetiva experimentada por los conductores al realizar distintos tipos de tareas secundarias (ej. entretenimiento, marcación, mensajería de texto y navegación) en dichos sistemas. Según el experimento realizado, las pruebas que se hicieron en CarPlay y Android Auto resultaron en niveles más bajos de carga de trabajo del conductor que las pruebas realizadas en la parte nativa de los sistemas infotainment de fabricantes de equipos originales. Aunque la demanda general no difirió entre CarPlay y Android Auto, ambos incurrieron en niveles de demanda moderadamente altos, lo cual proporciona oportunidades de mejora sobre la experiencia de usuario para ambos sistemas según proponen los autores.

El trabajo realizado en [131] propone una plataforma de demostración para automóviles inteligentes cuyo objetivo es evitar la distracción del conductor al interactuar con aplicaciones de terceros integradas al vehículo. Esta es una propuesta enfocada en el paradigma de interacción humano-computador para el desarrollo de vehículos inteligentes, donde los investigadores presentan una interfaz de usuario ubicada en frente del conductor en una pantalla transparente en el parabrisas, que permite que el conductor mantenga la cabeza en alto y los ojos enfocados en la carretera, junto a un diseño de interacción en el vehículo que enfatiza un marco de interacción intuitivo que no interfiera con la conducción del vehículo. Según los autores, la interfaz de diseño intuitivo en esa ubicación y la interacción con aplicaciones mediante comandos de voz y gestos frente a la pantalla transparente, permite que el conductor del automóvil inteligente pueda manipular las aplicaciones integradas sin causar distracciones o limitando su tiempo de respuesta. Por último, en [132] los autores evalúan una interfaz multitáctil para sistemas infotainment que potencialmente podría requerir menor atención visual y, por lo tanto, reducir la distracción del conductor y aumentar la seguridad al conducir. La interfaz multitáctil reconoce simultáneamente múltiples puntos de contacto y está diseñada de manera que, para utilizar cualquier comando, el conductor coloca tres dedos en cualquier lugar de la pantalla, y el sistema detecta sus ubicaciones absolutas y relativas y se adapta a ellas, lo cual reduce la necesidad del conductor de mirar la pantalla para buscar espacialmente botones táctiles específicos. Los autores compararon dicha interfaz con una interfaz comúnmente utilizada, en una prueba donde los participantes debían realizar tareas secundarias mientras conducían e identificar ciertos escenarios peligrosos que se presentaban durante el recorrido. Los resultados de la investigación evidenciaron que los participantes que utilizaron la interfaz multitáctil necesitaron menos tiempo para completar cada tarea y fueron más rápidos para identificar los peligros potenciales a su alrededor, además de reportar una menor carga de trabajo subjetiva.

## 2.3 Brechas Existentes

Al realizar un mapeo sistemático que se evidencia en la tabla 2 y se explica con mayor detalla en [126] se puede evidenciar que existen muchos vacíos en el diseño y de guías de interfaces infotainment diseño especialmente al ser usados mientras se conduce el automóvil, donde el conductor no tiene la completa sensación de seguridad, y los métodos aplicados no han podido solucionar de una manera radical estos inconvenientes [7-8], además se desconoce cómo involucrar de forma efectiva a múltiples usuarios con diferentes características y necesidades, y algunos autores estiman que algunas metodologías pueden quedar cortas en este sentido [10-12].

Además, no se encontraron publicaciones que centraran su atención en un contexto latinoamericano, teniendo en cuenta que el modelo mental de los conductores cambia según el lugar o región donde se encuentre debido a la influencia de la cultura respecto a las preferencias, actitud, y percepción sobre las interfaces de usuario del sistema infotainment.

Para el área de la interacción-humano computador es importante tener en cuenta estos aspectos, más concretamente en el diseño centrado en el usuario, ya que se debe tener en cuenta las necesidades del usuario,

las tareas a realizar y el entorno donde se utilizará el sistema [108], ya que al tener un mayor conocimiento del modelo mental del usuario ayudará a generar un mejor diseño y generar una mejor experiencia de usuario.

Teniendo en cuenta que en ninguno de los estudios encontrados se ha intentado aplicar VSD y, como se mencionó anteriormente se podrá incluir no solo al usuario directo (Conductor), sino también todos los usuarios que podrían verse afectados desde una perspectiva ética moral, la cual hasta el día de hoy no ha sido aplicada al sector automotriz

Por último, es importante recalcar gracias a [126] nos pudimos dar cuenta que los intentos de aplicar metodologías, métodos o herramientas por parte de los investigadores, se debe a la necesidad de reducir el nivel de distracción en los usuarios y evitar así, accidentes producidos por estos, teniendo en cuenta esto y, como se mencionó en la sección 1.1 Planteamiento del problema, se decide que los posibles valores a aplicar usando VSD sería Seguridad y Bienestar, valores que se buscará confirmar en la fase de exploración con los usuarios.

*Tabla 2: Mapeo sistemático sobre sistemas infotainment*

<p>Guías de diseño de sistemas infotainment y aproximaciones</p>	<p>En [133] se presenta un conjunto de guías para el front-end de los sistemas de infotainment y con ello dar un punto de partida para las personas que se dedican al desarrollo de interfaces para estos sistemas. Los lineamientos propuestos abarcan cuatro dimensiones inferidas del estado del arte como cruciales para lograr un buen diseño de interfaces automotrices: a) Diseño; b) Interacción; c) Seguridad; yd) Conectividad. Las guías se formaron integrando ideas conceptuales de áreas como Diseño Gráfico, Diseño Centrado en el Usuario, Interacción Hombre-Máquina, Usabilidad e Interacción Hombre-Computadora. Además, fueron estructurados y especificados de tal manera que podrían usarse como una herramienta de comparación (similar a la técnica de Evaluación-Heurística) para analizar el front-end de los sistemas de infotainment existentes.</p>
<p>Pautas de diseño</p>	<p>En [134] se crea un espacio de diseño para pantallas interactivas de parabrisas en vehículos. Este trabajo usó los documentos espaciales de diseño relacionados a HCI que sirvieron como una base valiosa para hacer evolucionar el campo respectivo, en particular los dispositivos móviles, las interfaces de usuario de automoción y las pantallas públicas interactivas.</p> <p>En [135] se presenta un espacio de diseño para interfaces de usuario automotrices basadas en el conductor, dicho espacio de diseño está destinado a proporcionar una base para analizar y discutir diferentes disposiciones de interfaz de usuario en automóviles, comparar configuraciones alternativas de interfaz de usuario e identificar nuevas oportunidades de interacción y ubicación de controles.</p>
<p>Metodologías para la creación de interfaces de sistemas infotainment</p>	<p>En [136] se propone una metodología para el diseño de interfaces HUD (Head-Up Display) automotrices, considerando información del ADAS (Advanced Driver Assistance Systems), IVIS (n-Vehicle Information Systems) y dispositivos externos que satisfagan las necesidades actuales de los conductores. La validación de la metodología se realizó con ingenieros de diseño de producto e ingenieros informáticos. Se concluyó que predominantemente en los diseños es clara la clasificación de la información en función del nivel de importancia y que un aspecto importante respecto a la implementación de dispositivos HUD es que esta tecnología tiene más relevancia en el diseño de interiores automotrices buscando un equilibrio perfecto entre la tarea principal, la conducción, y la tarea secundaria, las</p>

	actividades multitarea.
Conceptos de interfaz hombre-máquina.	En [137] se presenta una explicación de la gama de sistemas informáticos que se están introduciendo en los automóviles y sus interfaces de usuario asociadas. Adicionalmente, se plantean los factores generales centrados en el ser humano que los diseñadores deben considerar para esta tecnología y se proporciona orientación específica para un sistema clave, la navegación del vehículo, en una discusión de estudio de caso.

# Capítulo 3

## 3 Fase de Exploración

En este capítulo se presenta la planeación, ejecución y análisis de resultados de la Fase de Exploración. Después de concluir el análisis de trabajos relacionados, uno de los principales problemas fue la poca documentación que describiera las guías para diseñar los sistemas de sistemas infotainment, teniendo en cuenta esto, se decide tomar como base de nuestra investigación, la guía de diseño para sistemas infotainment creada por Luna-García et Al [138]. Una vez definida la guía de diseño inicial se decide probar un diseño para sistemas Infotainment creado a partir de esta guía para verificar cuanto ayuda al conductor, pasajeros y peatones a preservar la seguridad y el bienestar, para ello lo primero es entender cómo interactúan los conductores con los sistemas infotainment y así, poder identificar y caracterizar su comportamiento. Esta Fase de Exploración surge debido a la necesidad de encontrar los puntos débiles de los conductores al realizar diferentes tareas mientras conducen y así tener un punto de referencia para mejorar la guía intentando mejorar el bienestar y seguridad de los involucrados.

La Fase de Exploración tuvo una duración aproximada de 6 semanas, y se dividió en tres etapas que permitieron la ejecución de la actividad.

En primer lugar, se realizó una Fase de Planeación, en la cual se definieron todos los factores a tener en cuenta durante y después de la exploración con los usuarios tales como comportamiento de usuarios, los sistemas infotainment a usar, las técnicas, entre otros. Luego, se realiza una Fase de Ejecución, donde se desarrollaron todas las actividades definidas en la primera fase, se realizan las pruebas con los participantes seleccionados y se recolectan los datos. Por último, se efectuó una Fase de Análisis de Resultados, la cual consistió en convertir estos datos en información relevante para poder aportar a la guía de diseño inicial.

### Contenido

- 3.1. Planeación de la Fase de Exploración
- 3.2. Ejecución de la Fase de Exploración
- 3.3 Análisis de Resultados de la Fase de Exploración

## 3.1 Planeación de la Fase de Exploración

Como se mencionó previamente, el primer paso llevado a cabo en la Fase de Exploración corresponde a la planeación. El objetivo de esta primera etapa es definir cada uno de los detalles relevantes para la ejecución de las pruebas, entre ellos se caracterizan los participantes, se definen los sistemas infotainment a utilizar, las tareas que los participantes deben realizar mientras conducen, las métricas y técnicas a tener en cuenta para las evaluaciones, entre otros.

La Figura 11 resume las actividades principales de la Planeación de la Fase de Exploración. Seguidamente de la Figura 11, se encuentra una explicación detallada de cada actividad entre las secciones 3.1.1 y 3.1.5.

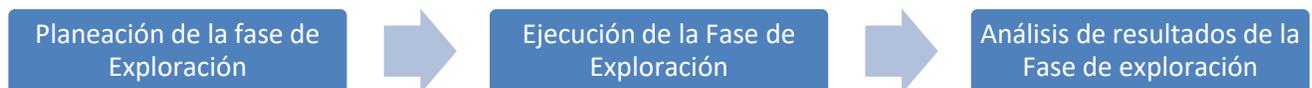


Figura 10: Actividades de la Planeación de la Fase de Exploración

Cabe mencionar que, para la realización de la Fase de Exploración, incluyendo la planeación de la misma, se tomaron en cuenta diversos aspectos de la metodología de una evaluación de usabilidad descrita en [139].

### 3.1.1 Encuesta general

Como actividad inicial, se construyó una encuesta en línea con el objetivo de recolectar información acerca de la frecuencia de uso de los sistemas infotainment en el contexto colombiano, las edades que hacen mayor uso de estas tecnologías, y también entender cuáles son las tareas secundarias realizadas con mayor frecuencia dentro del vehículo y aquellas que según los participantes de la encuesta, requieren de mayor esfuerzo de atención mientras conducen. Cabe mencionar que, las encuestas son una de las técnicas más utilizadas en la línea de investigación de HCI [140], especialmente en el UCD, para poder obtener la opinión de un alto número de individuos en un tiempo relativamente corto.

El formulario de la encuesta fue realizado en Google Forms, un software de administración de encuestas ofrecido por Google [141], y consistía de las siguientes preguntas:

- 1) ¿Cuál es su edad?  
Respuesta: \_\_\_\_
- 2) ¿Qué tan frecuentemente interactúa con pantallas de vehículo, como la que se encuentra en la imagen?  
Se incluyó una imagen de un sistema infotainment.
  - Siempre que estoy en el vehículo
  - Con mucha frecuencia

- Con poca frecuencia
- Nunca

3) De la siguiente lista de actividades, por favor seleccione actividades que realiza de manera frecuente al conducir.

- Hacer una llamada telefónica desde la pantalla del vehículo
- Contestar una llamada telefónica desde la pantalla del vehículo
- Sintonizar una estación de radio
- Conectar su celular al vehículo a través de Bluetooth
- Escuchar música por Bluetooth
- Escuchar música por CD
- Escuchar música por cable auxiliar
- Hacer uso del sistema de navegación del vehículo
- Buscar información del vehículo desde la pantalla
- Cambiar las configuraciones del vehículo (ej. idioma, hora, fecha, preferencias, etc.)
- Conectar alguna aplicación de Internet directo desde el vehículo (Spotify<sup>®</sup>, Deezer, podcasts, etc.)
- Redactar un mensaje de texto desde la pantalla del vehículo
- Otros: \_\_\_\_\_

4) De las siguientes actividades, por favor seleccione las actividades que considera que requieren de mayor esfuerzo de atención para realizar mientras conduce.

- Hacer una llamada telefónica desde la pantalla del vehículo
- Contestar una llamada telefónica desde la pantalla del vehículo
- Sintonizar una estación de radio
- Conectar su celular al vehículo a través de Bluetooth
- Escuchar música por Bluetooth
- Escuchar música por CD
- Escuchar música por cable auxiliar
- Hacer uso del sistema de navegación del vehículo
- Buscar información del vehículo desde la pantalla
- Cambiar las configuraciones del vehículo (ej. idioma, hora, fecha, preferencias, etc.)
- Conectar alguna aplicación de Internet directo desde el vehículo (Spotify<sup>®</sup>, Deezer, podcasts, etc.)
- Redactar un mensaje de texto desde la pantalla del vehículo
- Otros: \_\_\_\_\_

5) De la siguiente lista de valores. ¿Qué valor te gustaría que esté presente durante la construcción de un sistema infotainment automotriz?

- Bienestar humano
- Seguridad
- Propiedad
- Privacidad
- Ausencia de prejuicios
- Usabilidad universal
- Confianza
- Autonomía

- Consentimiento informado
- Responsabilidad
- Tranquilidad
- Identidad
- Sostenibilidad ambiental.

En el siguiente enlace se puede acceder al formulario desplegado en Google Forms: <https://forms.gle/3HihgTdWrZKDPzNN8>

Luego de compartir el formulario, se obtuvo la respuesta de 44 participantes con edades en un rango amplio (17 hasta 41 años). Cabe mencionar que todos los participantes a los que se les compartió la encuesta debían contar una frecuencia de uso del vehículo mayor o igual a 3 veces por semana, para poder obtener respuestas de conductores frecuentes y no datos atípicos. Dentro de las conclusiones principales de la encuesta se encuentran las siguientes:

- El ~54.5% de los encuestados entre las edades de 17 y 29 años reportan hacer uso de los sistemas infotainment siempre que están en el vehículo o al menos con mucha frecuencia (Figura 11). Con esta información se puede concluir que el segmento de usuario más relevante en términos de frecuencia de uso del sistema para las pruebas deben ser los conductores entre este rango de edad.

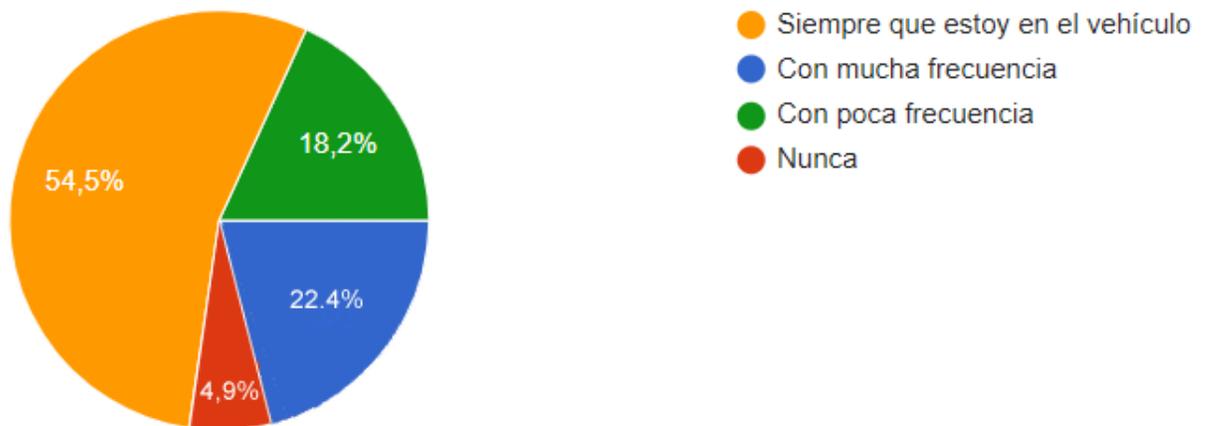


Figura 11: Respuestas de la pregunta 2 de los encuestados entre 18 y 29 años

- El 100% de los encuestados entre las edades de 50 y 60 años reportan tener una baja o nula frecuencia frente al uso de los sistemas infotainment (Figura 12), por lo que no serían los usuarios más adecuados para este estudio en particular, pues el primer acercamiento de este trabajo estaría enfocado en los usuarios que hacen uso regular de estos dispositivos para encontrar problemas de usabilidad y no únicamente de aprendibilidad.

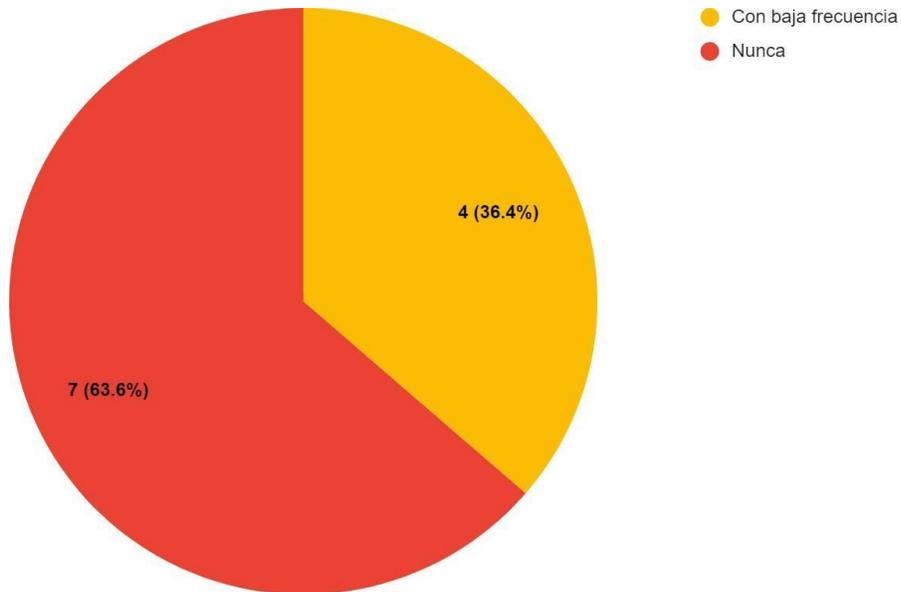


Figura 12: Respuestas de la pregunta 2 de los encuestados entre 50 y 60 años

- Como información general, la Figura 13 muestra los resultados de la pregunta 2 de la encuesta para los participantes de todos los rangos de edad. ~28% de los encuestados afirmaron utilizar el sistema infotainment siempre que están en el vehículo, ~31% con mucha frecuencia, ~21% con baja frecuencia y ~20% nunca.

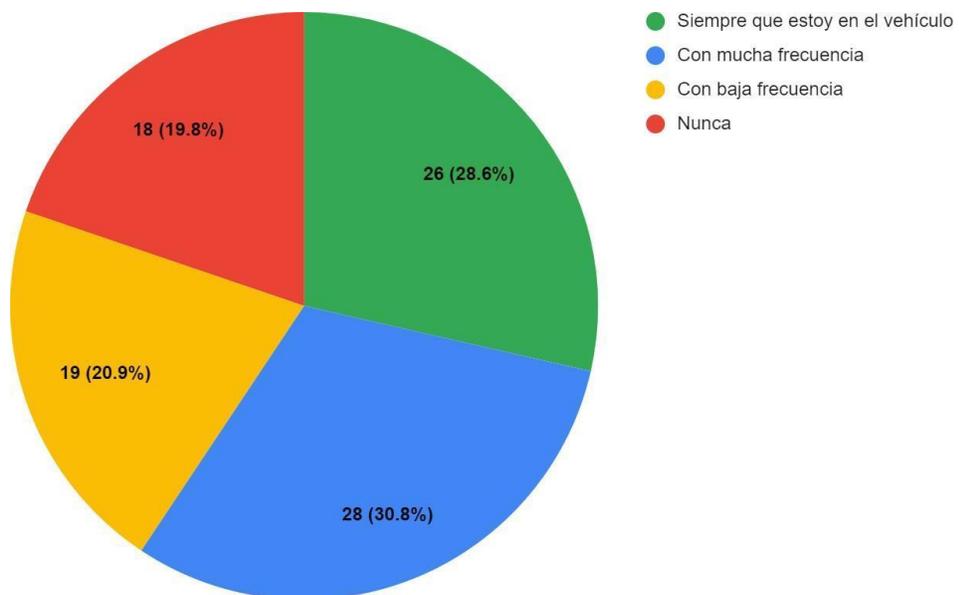


Figura 13: Respuestas de la pregunta 2 de todos los encuestados

Las 5 actividades que se realizan con mayor frecuencia, de acuerdo con los participantes de la encuesta, respectivamente son: contestar una llamada desde la pantalla del vehículo, sintonizar una estación de radio, hacer una llamada telefónica desde la pantalla del vehículo, conectar su celular al vehículo a través de Bluetooth, y escuchar música por Bluetooth (Figura 14).

¿Cuáles de las siguientes actividades realiza de manera frecuente al conducir?

76 respuestas

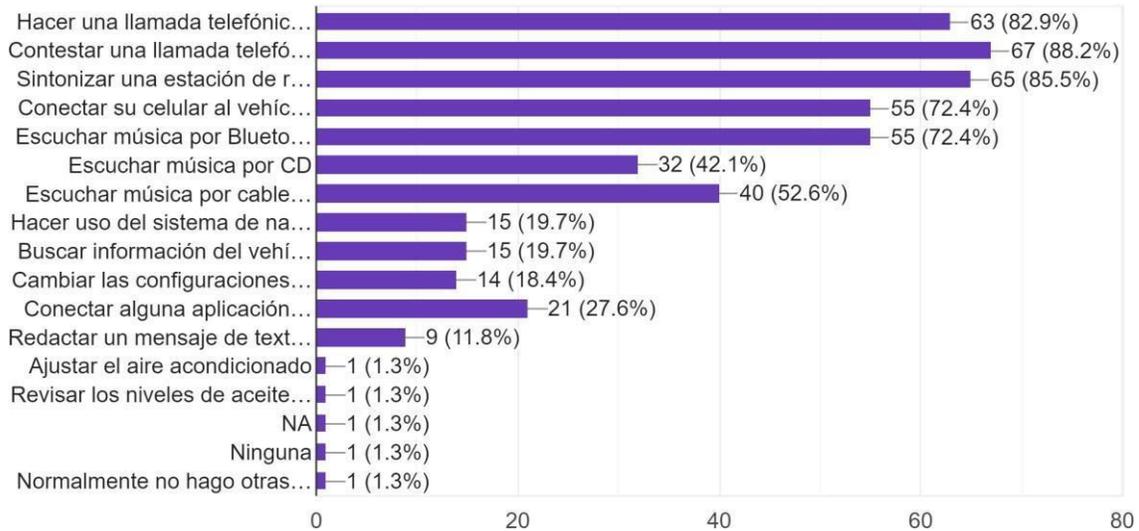


Figura 14: Respuestas de la pregunta 3 de todos los encuestados

- Así mismo, las 5 actividades que mayor esfuerzo de atención requieren, de acuerdo con los participantes de la encuesta, respectivamente son: redactar un mensaje de texto desde la pantalla del vehículo, cambiar las configuraciones del vehículo, conectar su celular al vehículo a través de Bluetooth, hacer uso del sistema de navegación del vehículo y, hacer una llamada telefónica desde la pantalla del vehículo (Figura 15).

¿Cuáles de las siguientes actividades considera que requieren de mayor esfuerzo de atención para realizar mientras conduce?

82 respuestas

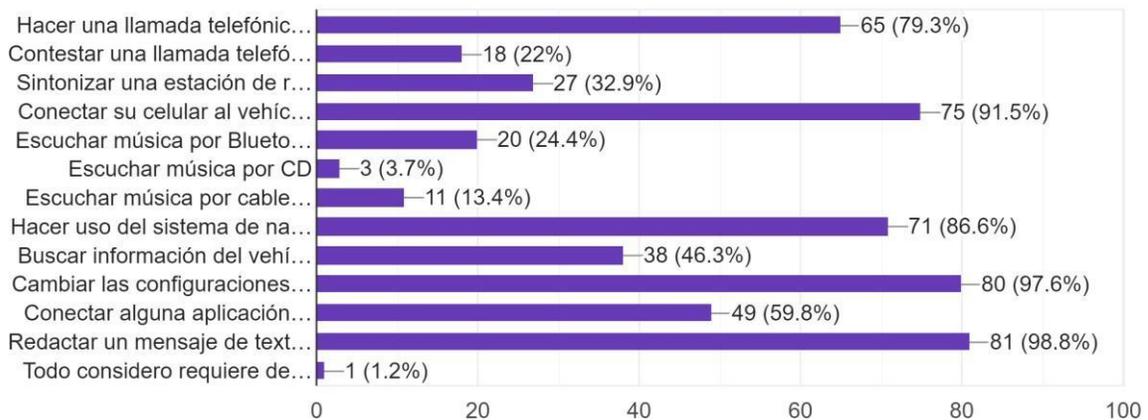


Figura 15: Respuestas de la pregunta 4 de todos los encuestados

- En la pregunta 5, los usuarios prefirieron los valores Bienestar humano y seguridad sobre los demás, en la pregunta, ¿Qué valor te gustaría que esté presente durante la construcción de un sistema infotainment automotriz? (Figura 16), valores que confirman que a un usuario conductor le gustaría tener esa sensación de seguridad y bienestar al momento de conducir y usar el sistema infotainment.

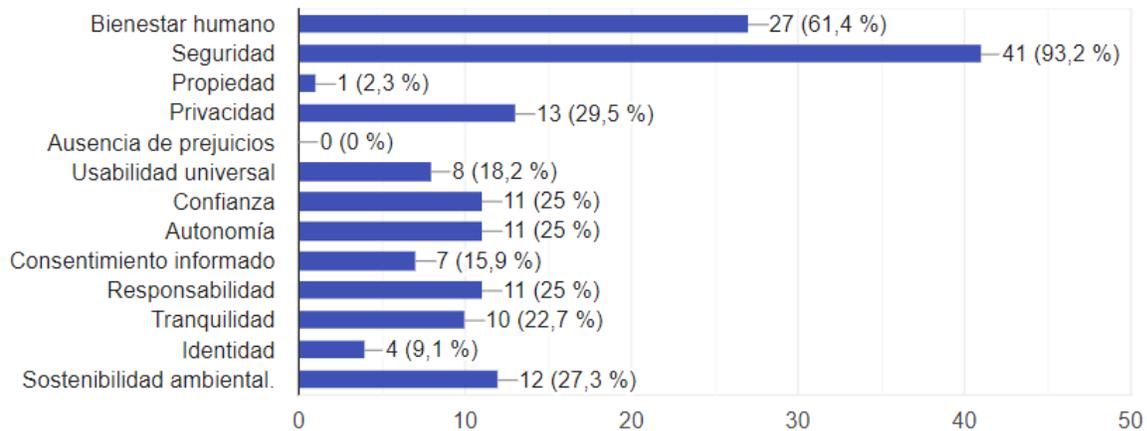


Figura 16: Respuestas de la pregunta 4 de todos los encuestados

Los principales outputs de esta primera actividad fueron determinar un rango de edad justificado para seleccionar a quiénes fueran a ser los participantes de la Fase de Exploración, así como tener visibilidad de las tareas realizadas con mayor frecuencia en el contexto colombiano.

### 3.1.2 Selección de las tareas y sistemas infotainment

Como se mencionó, la encuesta realizada sirvió como un punto de partida para obtener información de primera acerca del uso de los sistemas infotainment en el contexto colombiano. Ahora bien, de acuerdo con la metodología sugerida en [139], se debe identificar con claridad el objetivo de la prueba, para que, con base en ello, se defina qué es lo que se va a evaluar.

Retomando el objetivo principal de la Fase de Exploración, la prueba tiene como propósito principal, caracterizar el comportamiento de conductores frente a la ejecución de tareas en el sistema infotainment que puedan generar distracciones en el vehículo. Para ello, lo primero a responder sería: ¿cuáles son esas tareas?

Las tareas para la Fase de Exploración fueron seleccionadas tomando como referencia aquellas actividades que los participantes de la encuesta de la sección 3.1.1. Reportaron como más frecuentes y aquellas que requerían de mayor esfuerzo de atención. Adicionalmente, la selección también se basó en las tareas realizadas en otras pruebas similares descritas en [138] [142] [143 - 147], que, en su mayoría, coincidían con las mencionadas en la encuesta.

En total, para la Fase de Exploración, se seleccionaron 8 tareas, las cuales son especificadas a continuación:

1. Contestar una llamada telefónica a través de la pantalla del vehículo.
2. Sintonizar una estación de radio FM en específico.
3. Hacer una llamada telefónica a través de la pantalla del vehículo.
4. Conectar el teléfono móvil al vehículo a través de Bluetooth.
5. Reproducir una canción a través de Bluetooth.
6. Redactar un mensaje de texto desde la pantalla del vehículo.
7. Configurar el idioma del sistema.
8. Hacer uso del sistema de navegación del vehículo.

Ahora, un factor importante a tener en cuenta en esta Fase de Exploración, es que el objetivo no es medir la usabilidad de un sistema infotainment en específico, sino caracterizar el comportamiento de usuarios frente

a la ejecución de tareas secundarias, sin importar el sistema en particular que se esté utilizando. Para ello, se propuso realizar la prueba en dos sistemas infotainment diferentes, uno de ellos nativo y otro como plataforma de duplicación. Un sistema infotainment nativo hace referencia al sistema que por defecto incluye el vehículo, mientras que una plataforma de duplicación hace referencia a un sistema instalado posteriormente a la compra del vehículo y que, por lo general, requiere de la conexión de un dispositivo móvil para su funcionamiento, como lo son Apple CarPlay® y Android Auto [145].

Para la Fase de Exploración se seleccionó un Kia Picanto X Line modelo 2021 como vehículo de prueba. Este vehículo fue seleccionado debido al limitado número de vehículos a los cuales se tuvo acceso para la ejecución del estudio. Además, la baja disponibilidad de los vehículos obligaría a cambiar de vehículo durante el desarrollo del trabajo, lo que podría afectar el estudio, debido a la diferencia de las interfaces de sus respectivos sistemas infotainment. Adicionalmente, este vehículo cuenta con la tecnología suficiente para la instalación adicional de otro sistema de duplicación, como lo es Android Auto®.

Mencionado esto, y en búsqueda de obtener un análisis más amplio de la prueba, la lista final de las tareas fue la siguiente:

#### **3.1.2.1 En Easy Smart KIA™:**

**Tarea 1:** Sintonizar una estación de radio FM en específico.

**Tarea 2:** Conectar el teléfono móvil al vehículo a través de Bluetooth.

**Tarea 3:** Reproducir una canción a través de Bluetooth.

**Tarea 4:** Cambiar las configuraciones del vehículo.

#### **3.1.2.2 En Android Auto®:**

**Tarea 1:** Contestar una llamada telefónica a través de la pantalla del vehículo.

**Tarea 2:** Hacer una llamada telefónica a través de la pantalla del vehículo.

**Tarea 3:** Redactar y enviar un mensaje de texto desde la pantalla del vehículo.

**Tarea 4:** Hacer uso del sistema de navegación del vehículo.

Siguiendo la metodología sugerida en [148], luego de definir las tareas a realizar, se propone opcionalmente conducir un Análisis Jerárquico de Tareas o HTA. Un HTA es la descripción de una actividad en términos de sus objetivos, subobjetivos, operaciones y planes específicos, y su objetivo principal es registrar una lista detallada de metas o tareas asociadas de la actividad con un proceso específico que permita comparar el flujo regular que tendría la tarea con los pasos realizados por los usuarios en la prueba [149]. Generalmente, el HTA describe las subactividades de las tareas de manera gráfica, en un diagrama.

Para ello, se contactó a un conjunto de usuarios avanzados en los sistemas infotainment a prueba, para obtener información acerca del flujo regular de las tareas, así como los tiempos estimados de cada una de ellas para registrar una duración aproximada de la prueba total y tener puntos de comparación con los usuarios de la Fase de Exploración. Los usuarios avanzados se definieron como individuos con una experiencia mayor a 2 años con los sistemas Easy Smart KIA™ y Android Auto®. Cabe mencionar que el flujo de las tareas fue obtenido con el vehículo estacionado, mientras que los tiempos estimados si se tomaron con los usuarios avanzados conduciendo.

El HTA de cada una de las tareas se especifica a continuación:

#### **3.1.2.3 Tarea 1: Sintonizar una estación de radio FM en específico (Easy Smart KIA™).**

Tiempo estimado para completar la tarea: ~11.2 segundos.



Figura 17: HTA de la Tarea 1

**3.1.2.4 Tarea 2: Conectar el teléfono móvil al vehículo a través de Bluetooth (Easy Smart KIA™).**

Tiempo estimado para completar la tarea: ~18 segundos.

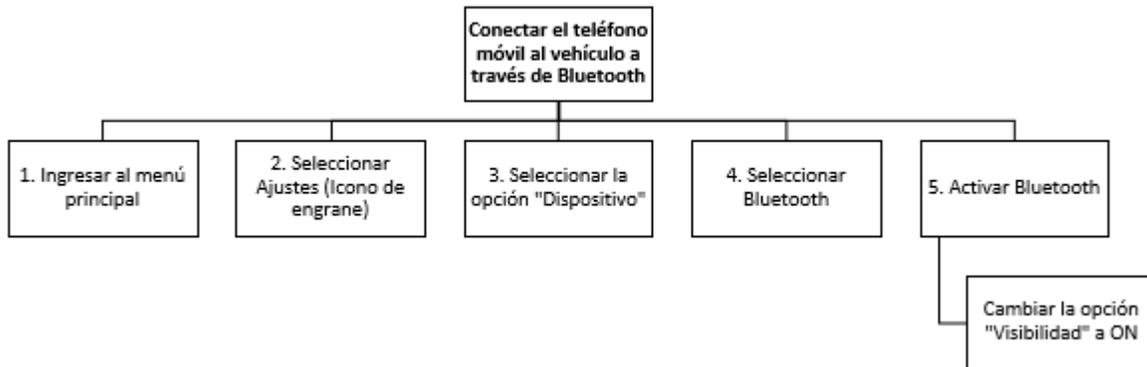


Figura 18: HTA de la Tarea 2

**3.1.2.5 Tarea 3: Reproducir una canción a través de Bluetooth (Easy Smart KIA™).**

Tiempo estimado para completar la tarea: ~32.4 segundos.



Figura 19: HTA de la Tarea 3

**3.1.2.6 Tarea 4: Cambiar la iluminación del vehículo (Easy Smart KIA™).**

Tiempo estimado para completar la tarea: ~43.2 segundos.

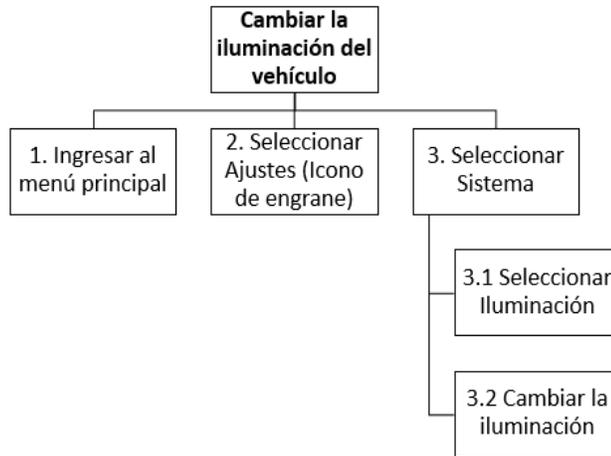


Figura 20: HTA de la Tarea 4

### 3.1.2.7 Tarea 5: Contestar una llamada telefónica a través de la pantalla del vehículo (Android Auto®).

Tiempo estimado para completar la tarea: ~6 segundos.

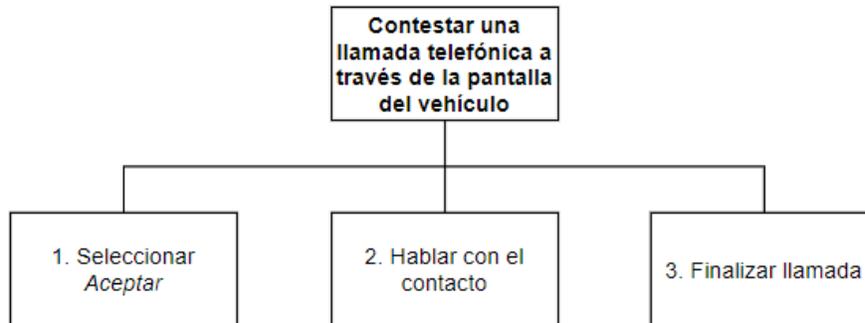


Figura 21: HTA de la Tarea 5

### 3.1.2.8 Tarea 6: Hacer una llamada telefónica a través de la pantalla del vehículo (Android Auto®).

Tiempo estimado para completar la tarea: ~56.2 segundos.

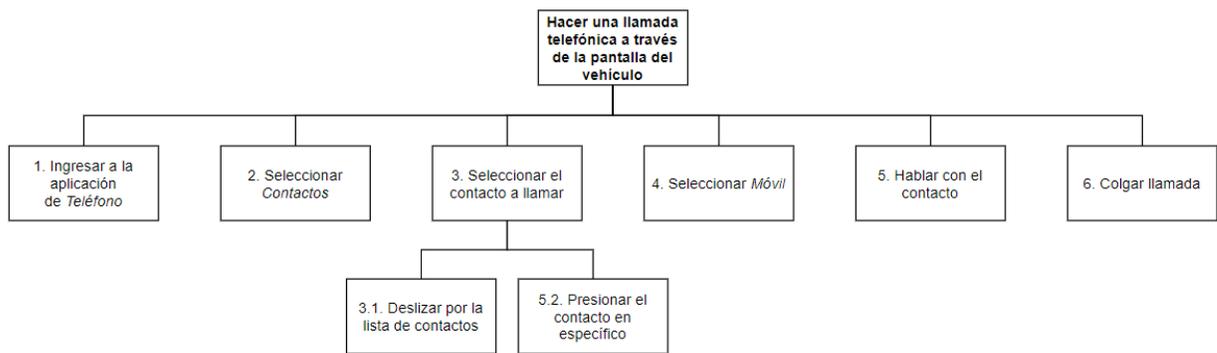


Figura 22: HTA de la Tarea 3

### 3.1.2.9 Tarea 7: Redactar y enviar un mensaje de texto desde la pantalla del vehículo (Android Auto™).

Tiempo estimado para completar la tarea: ~50.6 segundos.



Figura 23: HTA de la Tarea 7

### 3.1.2.10 Tarea 8: Establecer ruta de navegación en Google Maps. (Android Auto®).

Tiempo estimado para completar la tarea: ~40.4 segundos.



Figura 24: HTA de la Tarea 8

## 3.1.3 Caracterización de los participantes

Luego de tener definidas las tareas a evaluar en los sistemas infotainment, se procede a determinar el perfil de los usuarios objetivo de la Fase de Exploración.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la encuesta de la sección 3.1.1., de acuerdo con la frecuencia de uso de sistemas infotainment, el ~76.9% de los participantes entre 17 y 29 años hacen uso de sistemas infotainment con alta frecuencia. Lo anterior puede beneficiar los objetivos de la Fase de Exploración, ya que, se pueden identificar los puntos de dolor de las tareas frecuentes y los resultados no estarán enfocados en problemas comunes que tendrían usuarios novatos.

Además, el rango de los participantes se acortó a participantes entre 18 y 29 años, debido a que la Fase de Exploración debe contar con grabaciones a los participantes, excluyendo participantes menores de edad y quienes no pueden ser grabados sin consentimiento de sus tutores legales.

Una vez elegido el rango de edad de los participantes, se añadieron criterios adicionales para la selección de

los usuarios. En primer lugar, contar con mínimo 2 años de experiencia conduciendo, por temas de seguridad, ya que el escenario de prueba iba a ser real y no un simulador; y, en segundo lugar, tener licencia de conducir válida en Colombia, por temas legales.

De acuerdo con lo mencionado, se seleccionaron 5 usuarios colombianos, 3 hombres y 2 mujeres, cuyas edades van desde los 18 a los 33 años, cuentan con al menos 2 años de experiencia conduciendo y tienen licencia de conducir válida en Colombia.

Para la selección y validación de los participantes, se hizo uso de la técnica Persona, que es una herramienta de síntesis de investigación de usuarios, utilizada para describir el tipo de individuo que se necesita para una prueba de este tipo [150 - 152].

La técnica Persona, consiste en recopilar la información necesaria de cada uno de los usuarios en búsqueda de conocer completamente su perfil, o al menos las características relevantes para el estudio. En este caso, se recopiló la siguiente información: edad, país de residencia, experiencia conduciendo (en años), frecuencia de uso de sistemas infotainment y cuáles son los sistemas infotainment que ha utilizado.

En la Tabla 1 se ilustra un resumen de las características mencionadas de cada uno de los 5 usuarios a poner a prueba.

*Tabla 3: Perfil de los usuarios de la Fase de Exploración*

<b>Usuario</b>	<b>Edad</b>	<b>Experiencia conduciendo (en años)</b>	<b>Frecuencia de uso de sistemas infotainment</b>
1	33 años	17 años	Alta frecuencia
2	26 años	5 años	Mediana frecuencia
3	24 años	4 años	Mediana frecuencia
4	28 años	12 años	Alta frecuencia
5	21 años	5 años	Alta frecuencia

¿Son 5 usuarios suficientes para las pruebas?

Sí, las razones principales por las cuales se seleccionaron 5 usuarios son: por temas de recursos y alcance del proyecto y el experto en usabilidad Jakob Nielsen en uno de sus principios manifiesta que los mejores resultados pueden obtenerse a partir de experimentar con no más de 5 usuarios [153], e indica que las pruebas de usabilidad muy elaboradas son un gasto de recursos.

De acuerdo con la fórmula de porcentaje de problemas de usabilidad a encontrar [154], existe una cantidad de usuarios límite que, si es superada, la cantidad de problemas encontrados va a ser relativamente la misma; solo va a ser un desperdicio de recursos entre mayor cantidad de individuos se experimenten.

La fórmula mencionada, propuesta por Nielsen y Landauer, experto en psicología, es la siguiente:

$$P = (1 - (1 - L))^N \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde,

**P** es el porcentaje de problemas de usabilidad que se espera poder encontrar

**N** es el total de problemas de usabilidad del diseño

$L$  es la proporción de problemas de usabilidad descubiertos por un único usuario (su valor es ~31%, de acuerdo a un largo número de proyectos estudiados por Nielsen y Landauer)  
 $n$  es el número de usuario a poner a prueba.

Según lo anterior, con los 5 usuarios seleccionados en la Fase de Exploración, se estima que se logre encontrar hasta el ~85% de los problemas de usabilidad del diseño.

### 3.1.4 Métricas y métodos de evaluación

Es importante especificar cuáles van a ser las métricas en específico que van a permitir entender el nivel de distracción del usuario, por lo tanto, las métricas de evaluación propuestas son: carga de trabajo mental y tiempo de interacción.

Se proponen estas 2 métricas de evaluación considerando lo siguiente:

Aquellas tareas con mayor carga de trabajo mental pueden resultar en una mayor distracción para el operador de la tarea principal [155-156]. La carga de trabajo mental hace referencia a la cantidad de recursos mentales, cognitivos e intelectuales que requiere realizar una tarea [157]. No obstante, se debe hacer claridad en que lo denominado como multitarea no existe, ya que, cuando un conductor está haciendo uso del sistema infotainment mientras conduce, los recursos cognitivos se distribuyen entre ambas actividades y la desviación de atención de la tarea principal se incrementa [158].

Además, las tareas que requieren de tiempos de interacción prolongados aumentan la carga de trabajo que experimenta el conductor [155], y como se mencionó anteriormente, las tareas con alta carga de trabajo mental incrementan los niveles de distracción. Además, desde otra perspectiva, entre mayor tiempo el conductor esté enfocado en el sistema infotainment, ya sea haciendo uso de la vista o de las manos, mayor será el tiempo en el que mantenga su atención desviada de conducir.

Estas métricas permiten entender comportamientos de distracción durante la ejecución de tareas secundarias. Para poder recolectar la información de cada una de ellas, a continuación, se describen las técnicas seleccionadas:

En primer lugar, para la Fase de Exploración se decidió hacer uso del Método de Observación. Este método de evaluación consiste en recopilar datos mediante la observación de las experiencias de los usuarios con un producto [156], en este caso, los conductores con los sistemas infotainment. Este método implica tener una sesión con cada uno de los usuarios, pedirles realizar cada una de las tareas en el prototipo o recurso instructivo, e ir observando su comportamiento durante la ejecución.

El método de observación se considera como una de las mejores técnicas que podrían usarse en pruebas de usabilidad. Sin embargo, con el fin de obtener resultados más completos se utilizó el protocolo de Thinking Aloud (pensando en voz alta), que consiste en que los participantes de la prueba expresen verbalmente, y de manera continua, sus pensamientos, sensaciones y opiniones mientras interactúan con el sistema [162-163].

Con la implementación del Método de Observación, se espera obtener factores cuantitativos: las métricas de tiempo, y factores cualitativos: los puntos de dolor y patrones de comportamiento de los participantes durante la ejecución de las tareas.

En búsqueda de obtener una estimación de la carga de trabajo mental requerida por los usuarios durante la ejecución de las tareas, se propone introducir una herramienta de evaluación subjetiva, multidimensional y ampliamente utilizada para calificar la carga de trabajo percibida por un usuario, conocida como Índice de

## Carga de la Actividad de Conducción o Driving Activity Load Index (DALI).

El DALI es una versión revisada de un método conocido como NASA-TLX (Índice de Carga de Tareas de la NASA), adaptado a la actividad de conducir [164]. El método de NASA-TLX asume que la carga de trabajo está influenciada por la demanda mental, la demanda física, la demanda temporal, el rendimiento, el nivel de frustración y el esfuerzo. Después de evaluar la magnitud de cada una de estas 6 subescalas en un rango de valores, el individuo realiza comparaciones por pares entre ellos, con el fin de determinar la mayor fuente de carga de trabajo de la tarea y asignar un puntaje ponderado de esta carga mental a la actividad. La principal diferencia entre el método de NASA-TLX y su adaptación, el DALI, es precisamente la forma de entender estas subescalas, es decir, no se evalúan como tal los 6 factores mencionados, sino sus equivalentes en la actividad de conducción. Las subescalas de evaluación en el DALI son: (i) esfuerzo de atención, (ii) demanda visual, (iii) demanda auditiva, (iv) demanda temporal, (v) interferencia y, (vi) estrés situacional. Estos componentes se encuentran especificados en la Tabla 2.

Tabla 4: Subescalas del DALI

Subescala	Descripción
Esfuerzo de atención	Evalúa la atención requerida para realizar la tarea, incluyendo los momentos en los que el usuario debe pensar, decidir, seleccionar, buscar, etc.
Demanda visual	Evalúa la demanda requerida en términos visuales (ej. cantidad de momentos en los que el usuario debe desviar sus ojos de la carretera para enfocarse en el IVIS).
Demanda auditiva	Evalúa la demanda requerida en términos auditivos (ej. momentos en los que el usuario debe escuchar las instrucciones por voz del IVIS o la alteración por algún sonido generado por el sistema, como alertas, sonidos de confirmación, etc.)
Demanda temporal	Evalúa la demanda requerida en términos temporales (ej. cuánto tiempo le toma al usuario completar la tarea, realizar una subactividad o esperar respuesta del IVIS).
Interferencia	Evalúa las perturbaciones generadas al ejecutar una tarea secundaria mientras se conduce. ¿Cuánto interfirió completar la tarea en la actividad de conducción?
Estrés situacional	Evalúa el nivel de estrés del usuario mientras éste ejecuta la tarea, incluyendo factores como fatiga, sentimiento de inseguridad, irritación, desánimo, etc.

Cada una de las tareas es evaluada de acuerdo con estas subescalas para obtener una aproximación de la carga de trabajo mental que demanda la actividad. Además, con el objetivo de no interrumpir la prueba entre tarea y tarea se realizó el diligenciamiento del DALI al finalizar la prueba. Implementando un método conocido como Prueba Retrospectiva o Retrospective Testing, en donde los usuarios recuerden su experiencia cuando estén completando el DALI. La Prueba Retrospectiva implica revisar la grabación del video de la prueba en conjunto con los usuarios y pedirles que expliquen su comportamiento durante la ejecución de las tareas [164].

Además, como el objetivo de este trabajo es proporcionar una guía de diseño de interfaces infotainment se debe considerar evaluar, no sólo el comportamiento del usuario sino también su percepción del sistema infotainment. Con el fin de conocer el pensamiento del usuario acerca de las interfaces presentes en el prototipo, se decidió hacer uso de una prueba de concepto, esta prueba se define como un método de investigación de mercados que implica hacer preguntas a los usuarios sobre sus ideas acerca de un producto o servicio antes de lanzarlo. De esta manera, se puede medir su aceptación y voluntad de comprar y por lo tanto, tomar decisiones antes del lanzamiento o evaluación de dicho producto.

El detalle de la implementación de cada uno de los métodos descritos y la obtención de las métricas propuestas está especificado en la Ejecución de la Fase de Exploración, en la sección 3.2 del documento.

### 3.1.5 Trayecto de prueba

Finalmente, luego de haber definido las tareas a realizar, los usuarios a probar y las métricas a obtener, se deben especificar todos los detalles restantes, pero de mucha importancia, para la Fase de Exploración.

Un aspecto importante es el trayecto definido que deben tomar los usuarios para completar las tareas mientras están conduciendo. Ya que, debe ser lo menos transitado posible para evitar accidentes con otros vehículos o situaciones peligrosas con peatones. Además, debe contar con las condiciones suficientes para que el usuario pueda conducir sin tener que preocuparse por factores de distracción externos como por ejemplo vías en malas condiciones. Para ello, se eligió un trayecto de 1.28 km de perímetro ubicado en el norte de la ciudad de Popayán, donde el tránsito de otros vehículos es mínimo.

## 3.2 Ejecución de la Fase de Exploración

En esta sección se pretende especificar cómo fue el procedimiento de la prueba de usuario para comprender los pasos realizados en la Ejecución de la Fase de Exploración.

### 3.2.1 Análisis de Sistemas Infotainment + Prototipo

Cabe mencionar que, con el fin de definir las interfaces específicas para las tareas previamente seleccionadas, se realizó un estudio previo que consistió en examinar estas tareas en diferentes sistemas infotainment disponibles. Sin embargo, debido al limitado número de vehículos a los cuales se tuvo acceso, a su baja disponibilidad y a la diferencia de las interfaces de sus respectivos sistemas infotainment (debido a los fabricantes), se decidió emular estas tareas en un prototipo, con el fin de estandarizar y facilitar el desarrollo de las pruebas. Este prototipo se realizó teniendo como base un automóvil Picanto X Line modelo 2021.

### 3.2.2 Estudio preliminar para medir la distracción

El encargado de guiar al usuario durante la ejecución de la prueba en adelante se va a denominar facilitador. Inicialmente, el facilitador se encargó de informar al usuario el propósito de su participación, la metodología que se usaría durante la prueba, el tipo de tareas a realizar y la duración de la prueba, dejando claro que en cualquier momento podía expresar pensamientos, dudas o incomodidades que presenta. Además de explicarles en qué consistía la prueba se le envió un documento al usuario dónde se explicaba el motivo de su participación después se le solicitó firmar un formato de consentimiento informado y un formato de autorización de grabación.

Las plantillas del Formato de consentimiento informado y formato de autorización de Grabación se pueden encontrar en los enlaces del [Anexo A](#) y [Anexo B](#), respectivamente.

La duración aproximada de la prueba, por cada uno de los usuarios, fue de 45 minutos, y la Fase de Ejecución completa tuvo una duración aproximada de 1 semana para las pruebas con los 5 usuarios.

Tarea 1: Sintonizar la estación de radio 106.1 FM. (Easy Smart KIA™).

Tarea 2: Conectar el teléfono móvil al vehículo a través de Bluetooth. (Easy Smart KIA™).

Tarea 3: Reproducir una canción a través de Bluetooth. (Easy Smart KIA™).

Tarea 4: Cambiar la iluminación del vehículo. (Easy Smart KIA™).

Tarea 5: Contestar una llamada telefónica a través de la pantalla del vehículo. (Android Auto®).

Tarea 6: Hacer una llamada telefónica a través de la pantalla del vehículo. (Android Auto®).

Tarea 7: Redactar y enviar un mensaje de texto desde la pantalla del vehículo. (Android Auto®).

Tarea 8: Establecer ruta de navegación en Google Maps. (Android Auto®).

Al inicio de la prueba se le solicitó al usuario no conducir a una velocidad mayor de 20 km/h, para mantener la seguridad durante la prueba, cada una de las 8 tareas fue dictada en orden por parte del facilitador y el usuario era libre de tomar el tiempo necesario para completarla o desistir.

Al finalizar las 8 tareas, el facilitador le entregó al participante el formato del DALI, no antes de explicar al participante qué se quería medir con esta técnica de evaluación y cómo llenarlo. Luego, el facilitador fue reproduciendo los videos capturados durante la prueba a medida que el usuario llenaba el formulario para cada una de las tareas. El detalle del formato del DALI se encuentra especificado en la sección 3.3.2 del documento.

### 3.2.3 Entrevista con expertos en usabilidad

El segundo estudio consistió en una prueba de concepto con expertos en usabilidad con las siguientes características: 5 mujeres y 1 hombre ubicados en diferentes países de Latinoamérica con experiencia en user experience, user design descritos en la tabla 5, antes de iniciar se le explicó a los participantes en qué consistía la prueba, el objetivo de la prueba, el tiempo de duración y que eran libres de manifestar sus comentarios en cualquier momento. Una vez los participantes comprendieron su rol, se les envió en link con el prototipo, donde ellos observaron pantalla por pantalla en cada tarea, a continuación, se les realizó una serie de preguntas donde ellos daban su opinión sobre lo que podían observar, además de brindar recomendaciones sobre el diseño de las interfaces presentadas.

Una vez finalizada esta prueba, se agruparon en categorías las recomendaciones de diseño de todos los participantes.

Tabla 5: Características de usuarios Expertos

Experiencia	Nacionalidad	Cargo
4 años	México	Ux researcher
6 años	Brasil	User Design
3 años	Brasil	Ux researcher
2 años	México	Ux researcher
2 años	Colombia	User Design
3 años	México	Ux researcher

## 3.3 Análisis de Resultados de la Fase de Exploración

Luego de haber completado la Ejecución de la Fase de Exploración con los 5 usuarios y las 8 tareas, se procede al análisis de resultados. Esta fase puede dividirse en 5 módulos:

3.3.1 Análisis del Método de Observación

3.3.2 Análisis de la carga de trabajo mental

3.3.3 Consolidación de resultados

3.3.4 Prueba de concepto con expertos en usabilidad

3.3.5 Recomendaciones

### 3.3.1 Análisis del Método de Observación

La ejecución de la Fase de Exploración se realizó utilizando el Método de Observación, el cual permitió recopilar datos mediante la observación de las experiencias de los usuarios con el sistema infotainment. Este

método se complementó con el protocolo de Thinking Aloud [Anexo C](#), haciendo que la evaluación fuera más completa pues se logró obtener información detallada del pensamiento de los usuarios.

Al revisar el video de la prueba se comenzó a tomar nota con el objetivo de analizar en detalle cada elemento que pudiera ser relevante con relación al rendimiento y comportamiento del usuario en la prueba, así como poder identificar la mayor cantidad de puntos de dolor durante la ejecución de cada tarea. A continuación, se listan los factores tenidos en cuenta en el formato de observación, los cuales fueron evaluados para cada usuario en cada tarea:

- 1) **Tiempo para completar la tarea:** corresponde al tiempo total que le tomó al usuario completar la tarea. Se mide en segundos.
- 2) **Tiempo sin interacción:** corresponde al tiempo en el que el usuario no tuvo interacción directa con el IVIS (ej. el usuario está cruzando hacia la derecha o la izquierda en la vía, el usuario se toma unos segundos para descansar, etc.). Se mide en segundos.
- 3) **Tiempo de llamada (opcional):** corresponde al tiempo que dura la llamada, en caso de que la tarea incluya una actividad que requiera de una. Se mide en segundos.
- 4) **Tiempo neto de interacción:** corresponde al *Tiempo para completar la tarea* menos el *Tiempo sin interacción* y el *Tiempo de llamada*. Indica cuánto tiempo en realidad el usuario estuvo en interacción directa con el IVIS. Este factor es tomado como el **tiempo de interacción** que se menciona en las métricas de evaluación de la Fase de Exploración, en la sección 3.1.4. Se mide en segundos.
- 5) **Tiempo viendo la pantalla del IVIS:** corresponde al tiempo en el que el usuario tuvo toda su atención visual en la pantalla del IVIS. Se mide en segundos.
- 6) **Tiempo sin ambas manos en el volante:** corresponde al tiempo en el que el usuario tuvo sólo una mano en el volante del vehículo. Se mide en segundos.
- 7) **Costo de interacción:** corresponde al número de pasos *físicos* que le tomó al usuario completar una tarea (ej. para poder realizar una llamada a un contacto, el usuario tuvo que (1) ir a *Teléfono*, luego (2) ir a la lista de contactos, luego (3) seleccionar el contacto, y por último (4) presionar *llamar*, por lo que la interacción tuvo un costo de 4 pasos). Se mide en pasos.
- 8) **¿El usuario terminó por completo la tarea?:** determina si un usuario completó o no la tarea. Los valores son *sí* o *no*.
- 9) **¿El usuario hizo uso de algún atajo o *shortcut*?:** determina si un usuario utilizó un atajo o *shortcut* para completar la tarea de manera más sencilla. Los valores son *sí* o *no*.
- 10) **¿El usuario solicitó ayuda para realizar la tarea?:** determina si el usuario pidió ayuda al facilitador durante la prueba para completar esa tarea. Los valores son *sí* o *no*.
- 11) **¿El usuario tuvo que repetir la tarea?:** determina si un usuario repitió la tarea desde el inicio debido a que no pudo completarla en el primer intento. Los valores son *sí* o *no*.
- 12) **¿El usuario tuvo que detener el vehículo?:** determina si un usuario detuvo el vehículo para poder completar la tarea. Los valores son *sí* o *no*.
- 13) **Uso de la pantalla táctil:** corresponde al porcentaje de uso de la pantalla táctil para completar la tarea. Se mide en porcentaje.
- 14) **Demanda visual:** corresponde a qué tanta demanda visual tuvo el usuario de acuerdo a una evaluación subjetiva del observador. Los valores son *muy alta*, *alta*, *media*, *baja*, y *muy baja*.
- 15) **Demanda manual:** corresponde a qué tanta demanda manual tuvo el usuario de acuerdo a una evaluación subjetiva del observador. Los valores son *muy alta*, *alta*, *media*, *baja*, y *muy baja*.
- 16) **Demanda auditiva:** corresponde a qué tanta demanda auditiva tuvo el usuario de acuerdo a una evaluación subjetiva del observador. Los valores son *muy alta*, *alta*, *media*, *baja*, y *muy baja*.
- 17) **Expresiones verbales:** corresponde a las expresiones verbales hechas por el usuario al realizar la tarea.
- 18) **Expresiones faciales:** corresponde a las expresiones faciales hechas por el usuario al realizar la tarea.
- 19) **Número desviaciones de la vista:** corresponde al número de veces en las que el usuario desvió sus

ojos **de** la vía para llevar su atención visual a los componentes del IVIS. En los casos en los que el usuario permanece mayor tiempo viendo al IVIS, se contaron las veces en las que el usuario desvió sus ojos **hacia** la vía.

- 20) **Puntos de dolor relevantes:** corresponde a los puntos de dolor identificados en la tarea.
- 21) **Emociones:** corresponde a las emociones del usuario, mientras realiza la tarea, percibidas por el observador.
- 22) **Otros:** corresponde a cualquier otro comentario identificado por el observador.

Estos 22 factores fueron segmentados en 5 categorías, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4: Categorías en el formato de observación

Categoría	Factor
Tiempo	Tiempo para completar la tarea
	Tiempo sin interacción
	Tiempo de llamada (opcional)
	Tiempo neto de interacción
	Tiempo viendo la pantalla del IVIS
Flujo de interacción	Costo de interacción
	¿El usuario terminó por completo la tarea?
	¿El usuario hizo uso de algún atajo o shortcut?
	¿El usuario solicitó ayuda para realizar la tarea?
	¿El usuario tuvo que repetir la tarea?
Modo de interacción	¿El usuario tuvo que detener el vehículo?
	Uso de la pantalla táctil
Carga de trabajo	¿El usuario presionó sin éxito la pantalla táctil?
	Demanda visual
	Demanda manual
Comportamiento	Demanda auditiva
	Expresiones verbales
	Expresiones faciales
	Número de desviaciones de la vista
	Puntos de dolor relevantes
	Emociones
Otros	

No obstante, estos factores no tienen el mismo tipo de medida. Debido a lo anterior, se establecen dos tipos de medida: medida de rendimiento y medida subjetiva.

La medida de rendimiento se refiere a factores cuya evaluación no depende directamente de la opinión de los observadores, por ejemplo, los factores dentro de la categoría Tiempo son medidas de rendimiento, debido a que se obtienen a partir de un cronómetro.

Por otra parte, la medida subjetiva hace referencia a factores que deben ser evaluados de acuerdo con lo percibido por los observadores, por ejemplo, la categoría de Carga de trabajo. A continuación, se encuentra el tipo de medida de los factores:

Tabla 5: Tipo de medida en el formato de observación

<b>Categoría</b>	<b>Tipo de medida</b>	<b>Factor</b>
Tiempo	Medida de rendimiento	Tiempo para completar la tarea
		Tiempo sin interacción
		Tiempo de llamada (opcional)
		Tiempo neto de interacción
		Tiempo viendo la pantalla del IVIS
Flujo de interacción		Costo de interacción
		¿El usuario terminó por completo la tarea?
		¿El usuario hizo uso de algún atajo o shortcut?
		¿El usuario solicitó ayuda para realizar la tarea?
		¿El usuario tuvo que repetir la tarea?
	¿El usuario tuvo que detener el vehículo?	
Modo de interacción	Uso de la pantalla táctil	
	¿El usuario presionó sin éxito la pantalla táctil?	
Carga de trabajo	Medida subjetiva	Demanda visual
		Demanda manual
		Demanda auditiva
Comportamiento	Medida de rendimiento	Expresiones verbales
		Expresiones faciales
		Número de desviaciones de la vista
	Medida subjetiva	Puntos de dolor relevantes
		Emociones
Otros		

Teniendo en cuenta los factores, su tipo de medida y las categorías a las que pertenecen, se procedió a completar el formato de observación. Adicionalmente a las columnas de la Tabla 5, se agregó una columna con el valor de cada factor, otra con la unidad de cada valor, y por último, una columna adicional para los comentarios del observador en cada uno de los factores.

En el siguiente enlace se puede encontrar el formato de observación completo para las 8 tareas de los 5 usuarios: [Anexo D.](#)

Como se mencionó en la sección de Fase de Planeación, se establecieron 2 métricas de evaluación para entender el nivel de distracción de los usuarios: carga de trabajo mental, y tiempo de interacción. Con los resultados del formato de observación se logró obtener el tiempo de interacción. Por otro lado, para el tiempo de interacción (columna de Tiempo neto de interacción en el formato), se decidió construir una tabla resumida para identificar las tareas que hayan requerido de mayor tiempo de interacción entre el usuario y el sistema infotainment, y de igual forma, poder analizar cuáles fueron los usuarios que realizaron las actividades de manera más eficiente y aquellos que se demoraron más.

En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos de cada usuario con relación al tiempo neto de interacción. Cabe mencionar que en el documento se va a comenzar a referir al tiempo neto de interacción como TNI.

Tabla 6: Tabla resumida del TNI

Tiempo neto de interacción (segundos)					
Tarea	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5
1	8	10	14	11	13
2	17	21	19	18	15
3	41	26	17	24	54
4	61	26	31	24	74
5	4	5	7	6	8
6	65	76	70	36	34
7	50	60	48	44	51
8	61	26	17	24	74

A partir de los resultados de la Tabla anterior, se obtuvo la media aritmética (columna AVG) del tiempo neto de interacción de cada tarea con el fin de identificar las actividades que demandan mayor tiempo. Adicionalmente, se obtuvo otra media aritmética sin considerar valores atípicos o outliers (columna AVG no outliers) para evitar que el conjunto de datos se viera afectado por un rendimiento exageradamente bueno o malo de un único usuario. Para poder identificar los outliers se calculó la variación estándar (SD o  $\sigma$ ) de los valores de TNI de cada tarea, y con base en ello, se decidió considerar un outlier como un valor que estuviera por debajo de la media menos dos veces la SD ( $AVG - 2\sigma$ ), o por encima de la media más dos veces la SD ( $AVG + 2\sigma$ ). Esto con la finalidad de mantener únicamente los valores que estén agrupados en el ~95,4% del conjunto de datos y así evitar valores atípicos que puedan afectar el análisis. Para mejor entendimiento, en la Figura 35 se muestra la gráfica de la distribución normal, donde cada banda tiene un ancho de una vez la desviación estándar, y en este ejercicio se considera un outlier si el valor se encuentra antes de  $-2\sigma$  o después de  $2\sigma$ . Cabe aclarar que, remover los outliers no quiere decir no considerarlos en todo el estudio, sino más bien, no perjudicar la calificación general de una tarea por un resultado no frecuente.

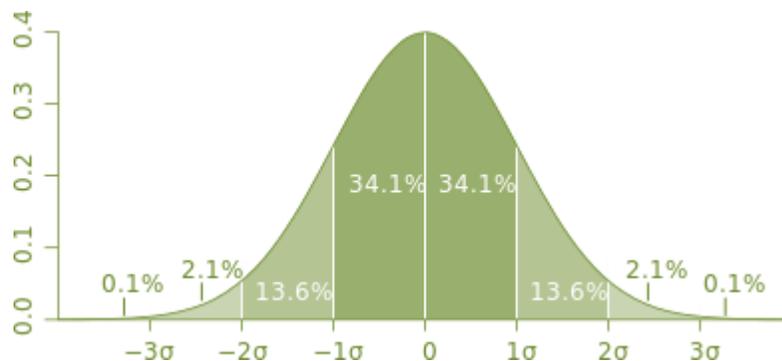


Figura 25: Gráfica de la distribución normal

Adicionalmente, se incluyó la media aritmética del TNI de los usuarios avanzados (columna *Usuario avanzados*) que se obtuvo en la sección 3.1.2., con el fin de observar si en promedio el rendimiento de los

participantes fue peor o mejor que el de los usuarios avanzados. También se incluyeron 2 columnas para contar el número de participantes que tuvieron un peor o mejor rendimiento que los usuarios avanzados, en término de tiempo (columnas *Peor que UA* y *Mejor o igual que UA*, respectivamente). En la Tabla 7 se incluyen todos los cálculos mencionados.

Tabla 7: Cálculos del TNI

Tiempo neto de interacción								
Tarea	AVG (seg)	$\sigma$	AVG - $2\sigma$ (seg)	AVG + $2\sigma$ (seg)	AVG no outliers (seg)	Usuarios avanzados (seg)	Peor que UA	Mejor o igual que UA
1	11,2	2,39	6,43	15,97	11,2	8	1	4
2	18	2,24	13,53	22,47	18	16	0	5
3	32,4	14,91	2,58	62,22	32,4	25	1	4
4	43,2	22,80	-2,39	88,79	43,2	19	0	5
5	6	1,58	2,84	9,16	6	2	0	5
6	56,2	19,75	16,69	95,71	56,2	36	2	3
7	50,6	5,90	38,80	62,40	50,6	39	0	5
8	40,4	25,38	-10,37	91,17	40,4	17	1	4

Con base en lo descrito previamente, se pudo concluir lo siguiente:

No se encontraron valores atípicos (*outliers*) y las tareas más demandantes en término temporales fueron respectivamente:

- 1) **Tarea 6:** Hacer una llamada telefónica a través de la pantalla del vehículo (Easy Smart KIA™), con un tiempo de interacción promedio de 56.2 segundos.
- 2) **Tarea 7:** Enviar un mensaje de texto desde la pantalla del vehículo, con un tiempo de interacción promedio de 50.6 segundos.
- 3) **Tarea 4:** Buscar la información relacionada con la iluminación del vehículo (Easy Smart KIA™), con un tiempo de interacción promedio de 43.2 segundos.
- 4) **Tarea 8:** Establecer una ruta de navegación en Google Maps, con un tiempo de interacción promedio de 40.4 segundos.
- 5) **Tarea 3:** Reproducir una canción a través de Bluetooth (Easy Smart KIA™), con un tiempo de interacción promedio de 32.4 segundos.
- 6) **Tarea 2:** Conectar el teléfono móvil al vehículo a través de Bluetooth (Easy Smart KIA™), con un tiempo de interacción promedio de 18 segundos.
- 7) **Tarea 1:** Sintonizar una estación de radio FM (Easy Smart KIA™), con un tiempo de interacción promedio de 11.2 segundos.
- 8) **Tarea 5:** Contestar una llamada telefónica a través de la pantalla del vehículo (Easy Smart KIA™), con un tiempo de interacción promedio de 6 segundos.

Los tiempos obtenidos en este análisis, además de dar a conocer las tareas en las que mayor tiempo tardaron

los usuarios y tener un primer acercamiento del rendimiento de los participantes de esta fase vs los usuarios avanzados, también servirán como punto de referencia para la validación de los patrones de diseño de interfaces de usuario en la Fase de Validación, teniendo en cuenta que el nivel de distracción se ve incrementado a medida que la tarea toma mayor tiempo en completarse.

### 3.3.2 Análisis de la Carga de Trabajo Mental

Luego de haber analizado 1 de las 3 métricas de evaluación; el tiempo neto de interacción, se procedió a entender el comportamiento de los usuarios de acuerdo a la percepción de cada uno en términos de carga de trabajo mental, que corresponde a otra de estas métricas. Para ello, y como ya fue mencionado previamente, se implementó el DALI. Recordando, con esta técnica se busca que cada participante evalúa subjetivamente su carga de trabajo mental a partir de las siguientes subescalas: (i) esfuerzo de atención, (ii) demanda visual, (iii) demanda auditiva, (iv) demanda temporal, (v) interferencia y (vi) estrés situacional.

El procedimiento del DALI está dividido en 2 partes:

**Parte 1:** el participante evalúa la tarea de acuerdo con cada una de las 6 subescalas mencionadas en un rango de 0 a 20.

**Parte 2:** el usuario realiza una comparación por pares entre las 6 subescalas, con el fin de determinar la mayor fuente de carga de trabajo de la tarea y asignar un puntaje ponderado de la carga mental de la actividad. El puntaje ponderado es normalizado a una escala entre 0 y 10, donde 0 es una carga de trabajo mental nula y 10 es el máximo de carga.

En el siguiente enlace se puede encontrar el formato del DALI, el cual fue completado por cada usuario y para cada una de las 13 tareas realizadas: [Anexo E](#).

De acuerdo con los valores de la Parte 1 y los pesos proporcionados por la Parte 2, se logró obtener el puntaje ponderado de carga de trabajo mental subjetiva de cada tarea. Al igual que en el análisis del tiempo de interacción, se decidió remover los valores atípicos que pudieron ser añadidos por usuarios radicales en la forma de calificar una subescala. La metodología para identificar estos valores fue el mismo que el descrito en la sección [3.3.1](#).

En la Tabla 8 se muestran los puntajes ponderados de cada tarea.

*Tabla 8: Resultados del DALI*

Índice de Carga de la Actividad de Conducción (DALI)	
Tarea	Puntaje ponderado (mínimo: 0, máximo: 10)
1	5.8
2	6.4
3	5.6
4	7.2
5	4.9
6	7.2
7	8.3
8	7.0

En el [Anexo F](#) se pueden observar todos los valores y pesos obtenidos en el DALI.

Con base en los resultados presentados previamente, se pudo concluir lo siguiente:

De acuerdo con el puntaje ponderado, las tareas que mayor carga de trabajo mental requirieron según la percepción de los usuarios fueron las siguientes, respectivamente:

- 1) **Tarea 7:** Redactar y enviar un mensaje de texto desde la pantalla del vehículo, con un puntaje ponderado de 8.3.
- 2) **Tarea 6:** Hacer una llamada telefónica a través de la pantalla del vehículo, con un puntaje ponderado de 7.2.
- 3) **Tarea 4:** Configurar la iluminación del sistema, con un puntaje ponderado de 7.2.
- 4) **Tarea 8:** Establecer una ruta de navegación en Google Maps, con un puntaje ponderado de 6.6.
- 5) **Tarea 2:** Conectar el teléfono móvil al vehículo a través de Bluetooth, con un puntaje ponderado de 6.4.
- 6) **Tarea 1:** Sintonizar una estación de radio FM en específico, con un puntaje ponderado de 5.8.
- 7) **Tarea 3:** Reproducir una canción a través de Bluetooth, con un puntaje ponderado de 5.6.
- 8) **Tarea 5:** Contestar una llamada telefónica a través de la pantalla del vehículo, con un puntaje ponderado de 4.9.

### 3.3.3 Consolidación de resultados

La Fase de Exploración sirvió como una herramienta para acercarse a la problemática del proyecto, y poder identificar elementos que pudieran generar distracción en el vehículo durante la ejecución de tareas. Mencionado esto, los resultados de la Fase de Exploración pueden consolidarse en tres pilares concretos, a continuación:

- Se logró validar que la problemática descrita en el capítulo de introducción se evidencia en el contexto colombiano, pues la gran mayoría de tareas presentaron puntos de dolor que deterioraron la experiencia del conductor y en un escenario aún más real, los pudo haber sometido a situaciones peligrosas por la distracción generada.
- Se logró caracterizar el comportamiento de los usuarios frente a la ejecución de tareas en el sistema infotainment mediante la identificación de puntos de dolor en la interacción y también el análisis de las buenas prácticas realizadas por los usuarios. Tanto los puntos de dolor como las buenas prácticas son la fuente principal de información para la construcción de los patrones de diseño de interfaces de usuario. Los puntos de dolores y las buenas prácticas consideradas se describen en la sección 4.2. en conjunto con la construcción de los patrones.
- Se lograron obtener las métricas de evaluación de las tareas (tiempo de interacción y carga de trabajo mental) para poderlas tener como punto de comparación en la Fase de Validación, y así poder evidenciar si se presentan mejoras o no.

### 3.3.4 Prueba de concepto con expertos en usabilidad

La prueba de concepto es un método de investigación de mercados que implica hacer preguntas a los usuarios sobre sus ideas acerca de un producto o servicio antes de lanzarlo.

¿Por qué se consideró prueba de conceptos sobre otros tipos de pruebas por ejemplo de usabilidad?, la razón es que se desea evaluar el diseño y las formas de visualizar que ofrecen los sistemas infotainment actuales, no evaluar las funciones de cada elemento de la interfaz.

La prueba de concepto se realizó a través de una entrevista con 6 usuarios con las siguientes características: personas que conducen auto frecuentemente (mínimo 2 veces por semana) y que trabajen en el área de diseño y/o usabilidad con experiencia de 1 a 6 años, y edades entre 21 a 36 años. Además, los participantes de la

prueba son de 3 países: Colombia, México y Brasil, [Anexo G](#).

### 3.3.5 Recomendaciones de expertos

Color

Tabla 9: Recomendaciones de expertos - Color

Recomendación	Diseño de botones, colores y estructura dentro de la interfaz	Diseño de interfaz, uso de una buena paleta de colores, Congruencia en todas las interfaces, y no usar colores que generen confusión al usuario por su modelo mental	Usar colores que distingan entre opción seleccionada y no seleccionada	El color de los iconos debe coincidir con el modelo mental y experiencia que tienen los usuarios	Usar colores que llamen la atención del usuario cuando hay un evento importante
Comentarios de usuarios	<p>El color rojo que se usa en los botones distrae y la primera impresión que da a entender es como si apareciera una advertencia de peligro.</p> <p>En la pantalla donde las opciones son de color rojo, usar colores neutrales, porque el color rojo expresa peligro.</p> <p>El rojo no creo que sea un color indicado para usarlo en botones ya que se usa para alertar o advertencias de peligro.</p>	<p>El color rojo de la interfaz se puede asociar con a una alerta, lo cual llevaría a pensar que se solo es de uso exclusivo en caso de emergencia.</p> <p>Algunas pantallas son de colores más neutrales a otras pantallas anteriores que son de color rojo</p> <p>Es necesario hacer una buena combinación de colores que no saturen la vista, esto es una ventaja ya que es posible asociar los colores y realizar tareas más rápido.</p> <p>Se necesita hacer uso de otro color</p>	<p>No se puede identificar cuál de las opciones “off” u “on” está seleccionada, los colores pueden generar duda</p> <p>No es totalmente claro el icono de color blanco cuando algo esta seleccionado, y esto genera confusión lo cual puede causar distracción en caso de ser urgente la función.</p>	<p>Lo mejor es poner los íconos con sus colores estándar, por ejemplo, el de bluetooth que es azul o el teléfono verde</p> <p>Modelo mental es color verde cuando se pone “on” un botón, las aplicaciones usan el color verde para indicarle al usuario que la opción fue seleccionada</p>	<p>Cuando hay una notificación de los mensajes de WhatsApp me agradaría más con otro color que resalte que llego un mensaje nuevo</p>

	<p>El primer error radica en escoger el color rojo en botones</p> <p>Los rojos utilizados en la pantalla de ajustes pueden molestar a la vista o generar una sensación de urgencia/error en el usuario</p> <p>En vez de separar opciones con líneas blancas, es mejor agregar un sombreado o darles profundidad a las secciones lo haría ver mejor</p>	<p>se hizo una mala elección en paleta de colores y combinación.</p> <p>Es bueno dejar lo que esta está bien, como los colores usados en la página principal, ya que está completamente en blanco y negro.</p> <p>El blanco distrae mucho, tal vez bajarlo un tono ya que puede generar cansancio y más si se está conduciendo esto puede ser peligroso</p> <p>Usar un fondo negro está bien, esto puede hacer que se visualice más fácil las opciones y los textos siempre y cuando estén con una paleta de color adecuado</p> <p>Consistencia entre las pantallas, son diferentes entre en formato y colores parece cambiar de app</p>			
--	--	--	--	--	--

Posición de texto

Tabla 10: Recomendaciones de expertos - Posición de texto

Recomendación	Buena ubicación de textos, estos deben ser congruentes en toda la interfaz y si se quiere dar una indicación al usuario hacer uso de colores
Comentarios de usuarios	En la palabra “on” se observa que no está centrada, puede ser que la ubicación del texto indique que ha sido seleccionada, aunque no es muy claro

## Iconos

Tabla 11: Recomendaciones de expertos - Iconos

Recomendación	Los iconos y sus nombres deben representar correctamente la operación y/o función a realizar	Agrupar funciones similares
Comentarios de usuarios	<p>El símbolo de auxiliar no da a entender que sea para la función que está diseñado y esto no genera confianza y a la vez genera confusión</p> <p>La opción del ícono denominado aux no es muy clara su función, no se logra identificar el servicio que ofrece.</p> <p>Es pertinente ajustar el nombre o asignarle otro tipo de símbolo que facilite su identificación</p> <p>En la pantalla la opción Ajustes se identifica claramente que corresponde a los ajustes del dispositivo.</p> <p>Se observa la opción denominada más aplicaciones, es una opción que puede ser bastante útil, porque satisface las distintas necesidades que posee el usuario, no obstante, es indispensable que el ícono o figura que las representa sea clara permitiendo distinguir a qué aplicación se va a ingresar.</p> <p>La opción exit, su logo puede representar una aplicación, aunque también puede indicar que es la salida de la opción más aplicaciones</p>	<p>Al visualizar la pantalla se pueden apreciar varias opciones de las cuales dos de ellas resultan redundantes porque hacen referencia al uso de radio, lo cual podría reflejarse en una única opción que condense los servicios de ambas</p> <p>En la opción dispositivo, se despliegan unas alternativas de uso, de las cuales no es muy claro si hace referencia a la conectividad o a otras herramientas, se considera que es posible separarlas de manera que cada una cumpla su función claramente.</p> <p>Para el caso de la función bluetooth, varias de las opciones podrían hacer parte de una sola, tal como visibilidad, nombre de bluetooth, dirección local y dispositivos vinculados, porque puede corresponder a un mismo dispositivo.</p>

## Tamaño de letra e iconos

Tabla 12: Recomendaciones de expertos - Tamaño de letra e iconos

Recomendación	Ajustar el tamaño de los iconos según el espacio de la interfaz	Ajustar el tamaño de letra que permita al usuario entender el mensaje fácilmente
Comentarios de usuarios	<p>Se puede observar los íconos con sus colores característicos de sus marcas, pueden ser de mayor tamaño estos iconos, tal vez no sería ni necesario que tuviera el nombre de la app, ya que el modelo mental y la costumbre hacen reconocer las apps</p> <p>Creo que podría ser más grande, por lo que podría ser más fácil de encontrar</p>	<p>Aumentar el tamaño de la letra es urgente, al estar conduciendo y tener que forzar la vista para leer algo no es una buena idea</p> <p>La letra debería tener un poco más de peso visual, no como para hacerla en negritas, pero tal vez una fuente más grande ya que hay espacio en la pantalla para lograr esto</p>

#### Accesos directos

Tabla 13: Recomendaciones de expertos - Accesos directos

Recomendación	Agregar accesos directos a funciones recurrentes
Comentarios de usuarios	<p>En la opción de sistema las alternativas son limitadas, podría omitirse esta opción e incorporar botones superiores en la pantalla de inicio que incluya la iluminación y el sonido, así se ingresaría de forma rápida</p> <p>WhatsApp - Ya lo vi cuando buscaba el mapa. Sería muy fácil encontrarlo también desde la página de inicio</p>

#### Vincular con otros dispositivos

Tabla 14: Recomendaciones de expertos - Vincular con otros dispositivos

Recomendación	Permitir vincular el sistema infotainment con otros dispositivos externos
Comentarios de usuarios	Otra gran posibilidad de uso sería controlar la aplicación desde otro dispositivo, para que la persona que esté de copiloto pueda hacer acercamientos de la imagen y la persona que conduce pueda visualizarlo.

#### Simplicidad

Tabla 15: Recomendaciones de expertos - Simplicidad

Recomendación	Funcionalidades fáciles de encontrar, iconos y mensajes intuitivos
Comentarios de usuarios	<p>Las funciones son sencillas y es fácil poder realizar cada tarea, lo más sencillo siempre es mejor.</p> <p>Mapa - Como no estaba en la pantalla de inicio, me resultó obvio seleccionar "Más opciones". Luego tenemos el icono y la etiqueta "Mapas". Fácil de identificar.</p>

	WhatsApp - Ya lo vi cuando buscaba el mapa. Como WA no estaba en la pantalla de inicio, opté por "Más opciones".
--	--

#### Visualización/Despliegue de opciones

*Tabla 16: Recomendaciones de expertos - Visualización/Despliegue de opciones*

Recomendación	Desplegar el menú de forma vertical, así genera familiaridad al usuario y está a favor de su modelo mental
Comentarios de usuarios	La forma que se despliega el menú, serían más útiles que se vean de manera vertical ya que es más fácil ubicar

# Capítulo 4

## 4 Desarrollo del Modelo Conceptual

En este capítulo se describe la metodología utilizada para construir la guía de diseño de interfaces de sistemas infotainment automotrices.

### Contenido

- 4.1. Aplicación de VSD
- 4.2. Lineamientos generales para el diseño de interfaces gráficas de sistemas IVI
- 4.3. Aproximación a la guía

## 4.1 Aplicación de VSD

Recordemos que, en VSD, un valor se define como: lo que es importante para las personas en sus vidas, con un enfoque en la ética y la moralidad. Para aplicar VSD se realizaron los siguientes pasos:

### 4.1.1 Análisis de interesados directos e indirectos

Este método permite la identificación de todos los interesados los cuales pueden ser directos o indirectos.

Hay que tener en cuenta que, en VSD, el análisis de las partes interesadas se amplía para incluir no sólo a individuos y grupos, sino también a instituciones y sociedades.

Cuando una parte interesada interactúa directamente con una herramienta o tecnología, se la denomina parte interesada directa. Las partes interesadas directas se denominan comúnmente "usuarios". En el diseño centrado en el usuario, el objetivo es en gran medida mejorar la interacción entre el usuario y el sistema, a menudo según lo definido por las evaluaciones de usabilidad.

Las partes interesadas indirectas, por otro lado, no son usuarios, no utilizan la tecnología en cuestión, sin embargo, se ven afectados por ella. La consideración de los intereses de las partes interesadas indirectas a menudo conduce a requisitos que de otro modo no se identificaron.[47]

#### **Pregunta clave:**

¿Quién utiliza el sistema (partes interesadas directas) y quién se ve afectado por él (partes interesadas indirectas)?

Tabla 17: Análisis de interesados directos e indirectos

Partes interesadas directas	Actores indirectos
Conductores	Pasajeros Otros autos Otros conductores, Motociclistas Ciclistas Transeúnte Peatones Fabricantes de automóviles

#### Variación de roles

Pasajeros pueden usar el sistema infotainment cuando acompañan al conductor, siendo así interesado directo y cuando el conductor permite que los pasajeros usen el sistema infotainment de su automóvil, pasaría a ser interesado Indirecto

### 4.1.2 Análisis de fuentes de valor

Este método busca que se considere o se identifique los valores para todas partes interesadas directas e indirectas.[47]

Existen tres fuentes de valores:

- **Valores de proyecto respaldados explícitamente (Explicitly Supported Project Values):** Valores que se utilizan para guiar los procesos de diseño, estos pueden servir como restricciones de diseño al comienzo de un proyecto o criterios de evaluación para el sistema terminado.
- **Valores del diseñador (Designer Values):** Valores personales o profesionales que un diseñador aporta al proyecto de investigación o diseño. Ej. La sustentabilidad ambiental podría ser un valor del diseñador, pero no un valor del proyecto respaldado explícitamente.
- **Valores de los stakeholders (Stakeholder Values):** Valores que tienen los diferentes grupos de partes interesadas. Con frecuencia, estos valores se obtienen a través de investigaciones empíricas o se identifican en la tecnología o política existente.[47]

Pregunta clave:

¿Cuáles son los valores clave? ¿Dónde se originan los valores (las fuentes)?

Valores / definición informal [47]

Inicialmente debido a la revisión sistemática de la literatura realizada [126] nos dimos cuenta que los posibles valores clave para este proyecto podrían ser Seguridad y Bienestar debido a la distracción que genera el uso de los sistemas infotainment mientras se conduce y el riesgo que esto puede generar a las personas.

Estos valores iniciales se confirmaron gracias a la encuesta realizada a los usuarios en la sección 3.1.1 Encuesta general, donde ellos escogen los valores Bienestar humano y Seguridad por sobre otros valores, por lo tanto, estos son los valores que se propone inicialmente incluir con VSD.

- Safety (Seguridad): Condición o sensación de estar protegido de un daño o de algún peligro.
- Well-being (Bienestar): Sentirse bien, tranquilo, es un estado de comodidad y de confort.

Gracias a la aplicación de este método se identifican 3 fuentes de valor y algunos valores adicionales que se deberían considerar según el interesado.

Tabla 18: Valores de los interesados

Interesado	Valor	Justificación
Conductor	Seguridad	Los conductores tendrían la sensación de que no van a tener algún accidente por usar los sistemas infotainment mientras conducen.
Pasajero	Bienestar	Los pasajeros podrían tener total confianza en que mientras el conductor interactúa con el sistema infotainment no va a suceder algún accidente.
Peatón	Tranquilidad	Los peatones esperan que todos los conductores estén concentrados en la tarea de conducir e intenten preservar la vida de ellos y de los peatones.
Fabricantes de automóviles	Diversión	El sistema infotainment podría ser más llamativo para los usuarios convirtiéndose en un plus de su producto.

Tabla 19: Valores del diseñador

Valor	Justificación
-------	---------------

Usabilidad	Permitiría que cualquier usuario pudiese utilizar los sistemas infotainment.
Facilidad de aprendizaje	Permitiría que el usuario aprenda rápidamente a usar el sistema infotainment.

Tabla 20: Valores de proyecto respaldados explícitamente

Valor	Justificación
Simplicidad	Se pretende que las interfaces brinden la mayor cantidad de funciones al usuario pero que puedan ser accedidas en un corto tiempo disminuyendo la distracción del usuario.

### 4.1.3 Tensiones de valor

Una vez identificados y definidos cuidadosamente los valores clave, el siguiente paso podría implicar examinar posibles conflictos o tensiones entre los valores clave. A los efectos del diseño, las tensiones de valor por lo general no deben concebirse como situaciones de “o esto o lo otro”, sino más bien como restricciones en el espacio de diseño. Es cierto que, a veces, los diseños que respaldan un valor obstaculizan directamente el respaldo de otro. En esos casos, puede justificarse una gran discusión entre las partes interesadas para identificar el espacio de soluciones viables [47]. Siguiendo lo anteriormente descrito, se identificaron las siguientes tensiones:

- Tensión entre Diversión y Seguridad: Ya que la diversión genera distracción y va en contra de la Seguridad
- Tensión entre Diversión y Bienestar: Ya que la diversión genera distracción al conductor causando algún accidente poniendo en riesgo el bienestar de los pasajeros, transeúntes y demás autos
- Tensión entre Diversión y Usabilidad: Ya que al agregar más funcionalidades causaría que el sistema sea difícil de usar
- Tensión entre Diversión y Simplicidad: Ya que al contar con más opciones o funcionalidades podría dificultar el acceso a éstas, obligando a acceder a menús y submenús demasiado complicados

### 4.1.4 Coevolución de la tecnología y estructura social

VSD propone que se consideren tanto los elementos técnicos de la tecnología como los elementos normativos o políticos que puedan interferir en el uso de esta. Los elementos técnicos incluyen requisitos y características del sistema, capacidades funcionales, factores de forma, organización física y lógica de los componentes del sistema, etc. Mientras que los elementos normativos o políticos incluyen leyes, normas y estándares comunitarios, reglas que rigen los usos permitidos y prohibidos, sistemas de incentivos, etc. [47]

Al aplicar el método se obtiene:

Requerimientos técnicos

- Brindar información de manera clara para los usuarios, y permitir funciones que permitan a los usuarios divertirse

- Debe ser fácil de usar
- Debe presentar información que sea fácil de leer e interpretar
- Debe tener tiempos de respuesta inmediatos

#### Requerimientos para la guía de diseño

- La guía de diseño debe presentar información que sea fácil de leer e interpretar a los usuarios
- Debe permitir la generación de un sistema confiable y amigable para los usuarios
- La guía debe presentar una estructura clara, debe estar segmentada e indicar específicamente cada sección
- La guía debe ser escalable

#### Elementos sociales

Restricción al usar sistemas móviles de comunicación o teléfonos instalados en los vehículos al momento de conducir, exceptuando si estos son utilizados con accesorios o equipos auxiliares que permitan tener las manos libres [Código Nacional de Tránsito Terrestre - Artículo 131. Multas - C.38]

### 4.1.5 Escenarios de valor

Los escenarios de valor permiten sacar a la luz importantes consideraciones humanísticas y sociales adicionales sobre la tecnología y el contexto a través de narrativas, estas pretenden enfatizar (a) las implicaciones para las partes interesadas directas e indirectas, (b) los valores clave, (c) el uso generalizado, (d) los impactos indirectos, (e) el uso a largo plazo y (f) los efectos sistémicos [47].

Tabla 21: Escenario de valor

	<b>Nacionalidad</b>	Colombiana
	<b>Genero</b>	No aplica
	<b>Edad</b>	Entre 18 – 41 años
	<b>Actividad</b>	Conducir
	<b>Tiempo conduciendo</b>	Más de 2 años
	<b>Habito</b>	Usar el sistema infotainment mientras conduce
	<b>Preferencia u objetivo</b>	Evitar distraerse mientras usa el sistema IVI de su vehículo
	<b>Frustración</b>	Requiere retirar por mucho tiempo la vista para usar el sistema IVI mientras conduce

Tabla 22: Descripción de escenario

<p><b>Descripción</b></p> <p>Alejandro es un joven universitario de 22 años, en algunas ocasiones mientras conduce su automóvil de regreso a casa, cansado después de un largo día de parciales, desea escuchar música para hacer más ameno el viaje. Entonces Alejandro decide reproducir música desde el sistema infotainment que tiene instalado en su vehículo, pero se encuentra que el diseño de la interfaz del sistema infotainment es muy pobre, no le presenta las alertas necesarias y debe navegar por una serie de menús, los cuales le impiden reproducir la música que quiere escuchar de manera rápida. Esto lo pone en dos situaciones incómodas, en la primera debe continuar su viaje sin poder reproducir música y la segunda, tomarse el tiempo de reproducir música pero poniendo en riesgo su vida, la vida de los peatones, de los conductores de los autos a su alrededor y sus propios pasajeros si estuviese acompañado, ya que, al hacer esta tarea se va a distraer por algunos segundos.</p>
--

Una vez aplicado los componentes de VSD, se ha identificado claramente todos los actores principales del sistema y posibles actores que se ven beneficiados o perjudicados por el uso de este, los valores éticos morales importantes para ellos, las tensiones entre estos valores y la forma en que se puede comportar el sistema en un entorno real desde un punto de vista ético, es posible definir los lineamientos con el componente VSD, pero antes es necesario describir la estructura usada en la guía de diseño de [138].

## 4.2 Lineamientos generales para el diseño de interfaces gráficas de sistemas IVI

Como se mencionó anteriormente, hasta el desarrollo de este capítulo no se encuentran disponibles al público guías o lineamientos de diseño de interfaces de sistemas IVI por parte de los fabricantes de automóviles. No obstante, al realizar una búsqueda sistemática de la literatura se encontraron trabajos relacionados, particularmente “Front-end design guidelines for infotainment systems”. El trabajo de Luna-García et Al. [138] tiene como uno de sus pilares la seguridad, por lo tanto, puede ser utilizado como lineamientos de la guía de diseño de interfaces gráficas para sistemas IVI. Sin embargo, [138] Al no considera factores como la distracción, en este punto es importante considerar incluir elementos existentes que contribuyan a disminuir la distracción, y enriquecer esos lineamientos con estos elementos. Para ello, se tratará de integrar a los lineamientos propuestos por [138], los Patrones de diseño de sistemas infotainment propuestos por Guzmán et Al. En su trabajo titulado “Patrones de diseño de interfaces de usuario para sistemas infotainment basados en la distracción del conductor” [165].

Además, es importante mencionar que estos dos trabajos fueron construidos apoyándose en diseño centrado en el usuario de forma tradicional y este estudio propone explorar los resultados de aplicar la metodología VSD.

A continuación, se presenta al detalle la estructura de los lineamientos de la guía de diseño descrita en [138] la cual servirá de base para la creación de la guía propuesta.

### 4.2.1 Directrices de diseño front-end para sistemas infotainment

En [138] se propone una serie de lineamientos para el diseño front-end de sistemas infotainment como un punto de partida para los diseñadores de interfaces de usuario de este tipo de sistemas. Las guías propuestas abarcan cuatro dimensiones como cruciales para lograr un buen diseño de interfaces automotrices: a) Diseño; b) Interacción; c) Seguridad y Confianza; y d) Conectividad. Los lineamientos de [138] constituyen la base sobre la cual se construirá la guía de diseño para interfaces de sistemas infotainment automotrices basado en Value Sensitive Design propuesta en este trabajo de grado.

A continuación, se encuentra la estructura que presenta cada lineamiento:

Tabla 23: Estructura de los lineamientos

Guía	Nombre de la guía
Contexto	Resumen breve de las circunstancias que son importantes y se deben considerar

Objetivo	Finalidad del lineamiento
Beneficios	Mejora que se obtiene sobre la interfaz, su uso y/o su diseño
Guía para la acción	Ejemplos y/o sugerencias de actividades para aplicar los lineamientos

En la figura 25 se presenta como están asociados los lineamientos de diseño:

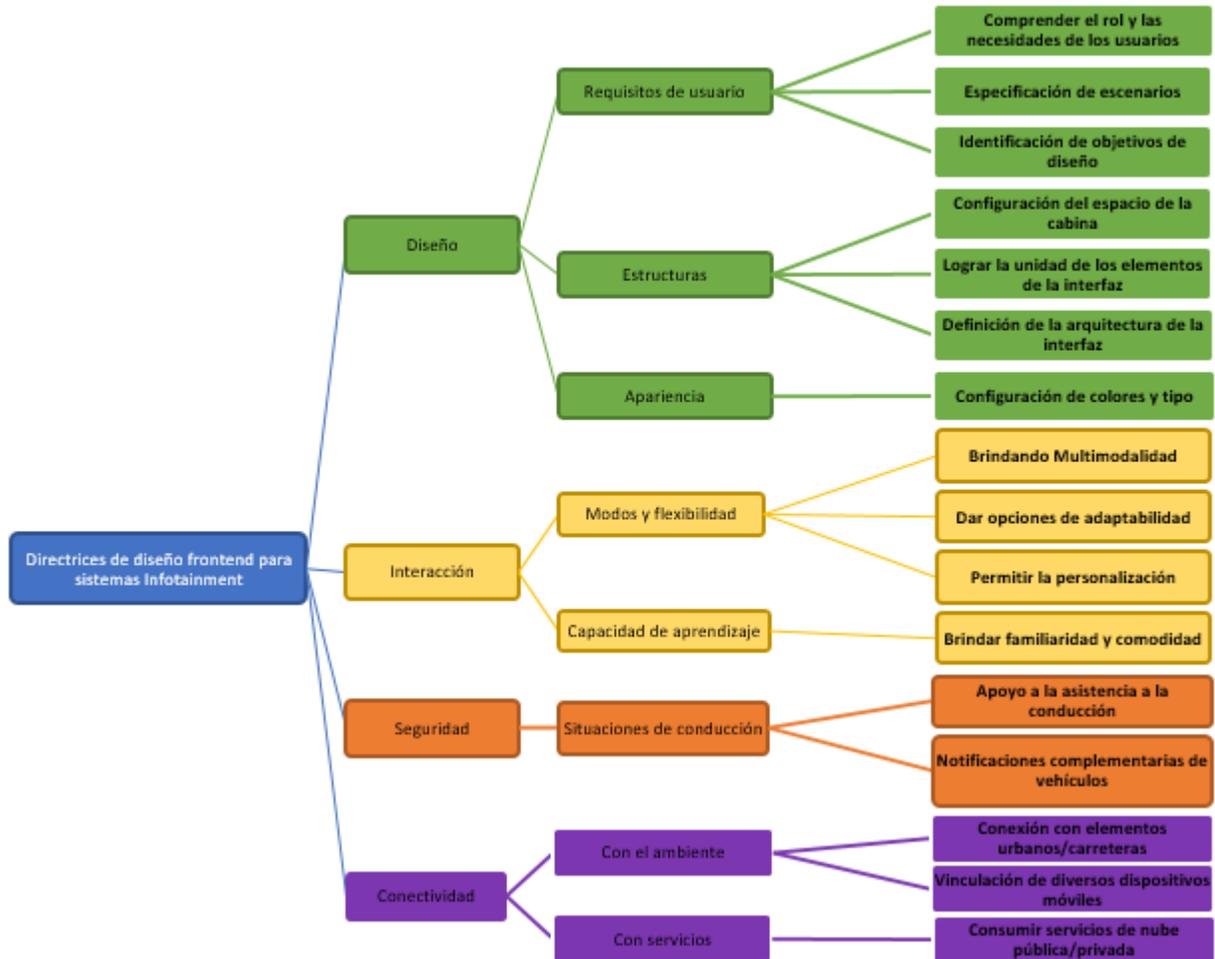


Figura 26: Directrices de diseño frontend para sistemas infotainment

#### 4.2.2 Patrones de diseño de interfaces de usuario para sistemas infotainment basados en la distracción del conductor

Guzmán y Toledo en [165] proponen un conjunto de patrones de diseño de interfaces de usuario para sistemas infotainment con base en un estudio de la distracción del conductor, como resultado presentan un conjunto de 9 patrones con los que se puede disminuir la distracción del mismo. Estos patrones constituyen un insumo importante para la generación de la guía, ya que, al igual que este trabajo su objetivo es reducir o disminuir la distracción del conductor, por lo tanto, puede utilizarse para enriquecer la guía de diseño.

A continuación, se presenta la estructura de los patrones de diseño de interfaces de usuario para sistemas infotainment basados en la distracción del conductor y una descripción breve de los patrones.

Tabla 24: Estructura de los patrones

<b>Nombre del patrón</b>	
Problema	Descripción del problema que se espera tratar o resolver con el patrón.
Solución	Descripción de la solución propuesta para resolver el problema. Las soluciones de diseño pueden ser desde sugerencias muy generales hasta sugerencias muy concretas para el patrón en específico y están soportadas por resultados empíricos, fundamentos teóricos, recomendaciones y directrices existentes.
Usar cuando	Descripción de la situación o posibles escenarios en los que es apropiado aplicar la solución.
Ejemplo	Presentación de uno o varios ejemplos que ilustran de manera más clara el uso del patrón.
Categoría	Área general en la que se puede clasificar el patrón. Puede utilizarse para tener una lectura más sencilla del conjunto de patrones.

Los patrones de usuario propuesto en [165] son:

#### **4.2.2.1 Patrón 1: Botones físicos como atajo en el sistema**

Este patrón permite a los usuarios acceder a una sección o funcionalidad específica del sistema de una manera ágil a través de atajos o shortcuts físicos representados por botones o teclas físicas para realizar tareas que se consideren frecuente en el contexto geográfico.

#### **4.2.2.2 Patrón 2: Barra de acceso rápido personalizada**

Este patrón permite a los usuarios acceder a una sección o funcionalidad específica del sistema de una manera ágil a través de atajos virtuales los cuales están contenidos en una barra de acceso rápido, se puede acceder a esta barra desde cualquier interfaz del sistema en la que se encuentre el usuario y los atajos o shortcuts se actualizan según la frecuencia de uso de las funcionalidades del sistema.

#### **4.2.2.3 Patrón 3: Profundidad y amplitud de los menús**

Este patrón permite a los usuarios acceder a una tarea de forma eficiente limitando la profundidad y la amplitud de los menús en la interfaz.

#### **4.2.2.4 Patrón 4: Filtros de búsqueda rápida**

Este patrón sugiere la inclusión de filtros de búsqueda que faciliten la búsqueda de resultados, esto para los casos en los que exista un número alto de opciones y que no puedan ser reducidos por jerarquías como es el caso de los contactos en un directorio telefónico o una lista de idiomas.

#### **4.2.2.5 Patrón 5: Estructura interna de las aplicaciones de terceros**

Debido a que es posible que el conductor requiera utilizar aplicaciones móviles de terceros instaladas en el sistema infotainment como por ejemplo Spotify® para escuchar una canción, el patrón sugiere que estas

deben adecuar la estructura y limitar las funcionalidades debido a las limitaciones de interacción que se tienen cuando se usan estas aplicaciones mientras se conduce.

#### 4.2.2.6 Patrón 6: Bloqueo parcial del modo de interacción táctil

Este patrón sugiere que se desbloquee parcialmente la interfaz del sistema infotainment para realizar alguna tarea que requiera un mínimo de esfuerzo físico y/o mental como, por ejemplo, contestar una llamada, por el modo de interacción que prefiera el usuario.

#### 4.2.2.7 Patrón 7: Interacción por comandos de voz

Este patrón sugiere que el usuario use la interacción por comando de voz en aquellas tareas en las que el costo de interacción es extremadamente alto cuando se realizan por la pantalla táctil o por los controles del panel central como por ejemplo enviar un mensaje de texto.

#### 4.2.2.8 Patrón 8: Íconos y etiquetas de texto

Este patrón sugiere que las opciones de la interfaz deben estar representadas en espacios condensados y fácilmente comprensibles, como por ejemplo el uso de íconos intuitivos que permitan un ahorro de espacio en la interfaz y una facilidad de navegación.

#### 4.2.2.9 Patrón 9: Priorización de las notificaciones

Este patrón permite categorizar la información recibida de acuerdo a un sistema de prioridades, así se da al usuario una retroalimentación de la información que recibe minimizando la interferencia que se pueda producir.

### 4.2.3 Lineamientos VSD

Siguiendo el formato del trabajo presentado en [138] fue elaborada una lista de lineamientos de la guía de diseño de interfaces gráficas para sistemas IVI asociados a VSD.

#### 4.2.3.1 Lineamiento VSD 1: Color y tipo de letra

Tabla 25: Lineamiento VSD 1: Color y tipo de letra

Guía	Color y tipo de letra
Contexto	Conductores y/o pasajeros usan la tecnología para generar un mejor ambiente mientras conducen
Objetivo	Proveer a los interesados directos un mensaje de forma clara y concisa para que el tiempo de interacción sea muy corto y puedan entender fácilmente el estado del sistema infotainment
Beneficios	Los conductores y pasajeros podrán entender y obtener rápidamente un buen feedback mientras interactúan con el sistema infotainment generando una sensación de <b>seguridad y bienestar</b>
Guía para la acción	Permitir que la interfaz de usuario genere mejores mensajes feedback, los cuales sean fácil de entender, usar colores llamativos, un tamaño y tipo de letra adecuado, buen uso de íconos con la intención de no bloquear ninguna funcionalidad

#### 4.2.3.2 Lineamiento VSD 2: Acceso rápido a aplicaciones

Tabla 26: Lineamiento VSD 2: Acceso rápido a aplicaciones

Guía	<b>Acceso rápido a aplicaciones</b>
Contexto	Conductores y/o pasajeros usan los sistemas infotainment los cuales permiten ser usados en pocos segundos
Objetivo	Permitir que se pueda acceder a diferentes funciones de manera rápida
Beneficios	Al acortar el tiempo de interacción, disminuye la distracción generada hacia el conductor, el cual puede concentrarse en su tarea principal, evitando así cualquier accidente que comprometa su vida del conductor y la vida de los pasajeros, peatones y demás automóviles brindando <b>seguridad, tranquilidad, y bienestar</b>
Guía para la acción	Facilitar el acceso a las diferentes funciones, agregando accesos directos y disminuyendo y/o eliminando la cantidad de menús y submenús

#### 4.2.3.3 Lineamiento VSD 3: Multimodalidad

Tabla 27: Lineamiento VSD 3: Multimodalidad

Guía	<b>Multimodalidad</b>
Contexto	Conductores y/o pasajeros pueden acceder a cualquier función del sistema infotainment por diferentes modos de acceso
Objetivo	Según la necesidad, permitir que el usuario pueda acceder a diferentes funciones de múltiples formas
Beneficios	El usuario podrá dar una orden al sistema infotainment rápidamente, disminuyendo el tiempo de interacción preservando la <b>seguridad, tranquilidad y bienestar</b>
Guía para la acción	Permitir que los sistemas infotainment puedan ser usados por múltiples formas como: pantallas táctiles, voz, diálogo, reconocimiento de gestos

#### 4.2.3.4 Lineamiento VSD 4: Iconos de aplicaciones bien distribuidas en la interfaz

Tabla 28: Lineamiento VSD 4: Iconos de aplicaciones bien distribuidas en la interfaz

Guía	<b>Iconos de aplicaciones bien distribuidas en la interfaz</b>
Contexto	Permitir que se agregue la mayor cantidad de funcionalidades al sistema infotainment
Objetivo	Agregar funcionalidades que generen <b>diversión</b> , pero no distracción
Beneficios	Permitir que los conductores y pasajeros puedan <b>disfrutar</b> de diferentes funcionalidades dentro del automóvil mientras viajan
Guía para la acción	Agregar funcionalidades / aplicaciones que sean fácil de acceder y fácil de usar, con iconos intuitivos y bien distribuidos dentro de la interfaz

#### 4.2.3.5 Lineamiento VSD 5: Filtros de búsqueda

Tabla 29: Lineamiento VSD 5: Filtros de búsqueda

Guía	<b>Filtros de búsqueda</b>
Contexto	Permitir que los usuarios puedan realizar búsquedas fácilmente en los casos en que existan múltiples opciones y no se pueda agregar jerarquías
Objetivo	Mejorar la búsqueda de elementos cuando se presente una lista muy extensa de estos
Beneficios	Disminuir el tiempo de interacción con el sistema infotainment, además de contribuir con un diseño simple
Guía para la acción	Agregar filtros de búsqueda en casos en que se muestre una gran cantidad de opciones como por ejemplo al listar los contactos en un directorio telefónico

### 4.3 Aproximación a la guía

Mediante el análisis de la información recolectada en la fase de exploración, fue posible identificar características y necesidades específicas de diseño de interfaces gráficas de sistemas IVI. Estas características y necesidades fueron analizadas y evaluadas para posteriormente ser tomadas como lineamientos que formaron parte de la primera versión de la guía de diseño. Además, estos lineamientos serán complementados con algunos valores de la metodología VSD con el fin de fortalecer dichos valores y contribuir a disminuir la distracción del conductor al utilizar sistemas IVI.

Luego de analizar a profundidad la información recolectada mediante la encuesta, las pruebas y revisión bibliográfica, fue elaborada una lista de lineamientos de la guía de diseño de interfaces gráficas para sistemas IVI.

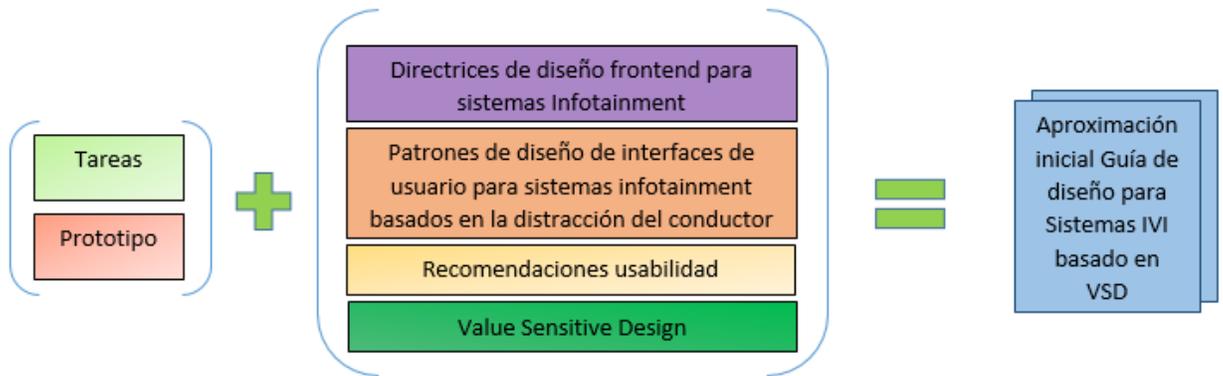


Figura 27: Gráfica elementos de la guía

En esta sección, se propone la guía de diseño de interfaces gráficas de usuario para sistemas IVI, basada en los lineamientos generales para el diseño de interfaces de sistemas infotainment, las diferentes recomendaciones de expertos, en los resultados de las evaluaciones realizadas al estudio de caso a través del prototipo funcional. A diferencia de la estructura presentada en la Figura 24, la guía propuesta cuenta con dos elementos adicionales: “Patrón de diseño” que hace referencia a los patrones presentados en [165] y “Lineamiento VSD” que son los lineamientos asociados a VSD propuestos en este trabajo. A continuación, se encuentra la estructura de la guía obtenida:

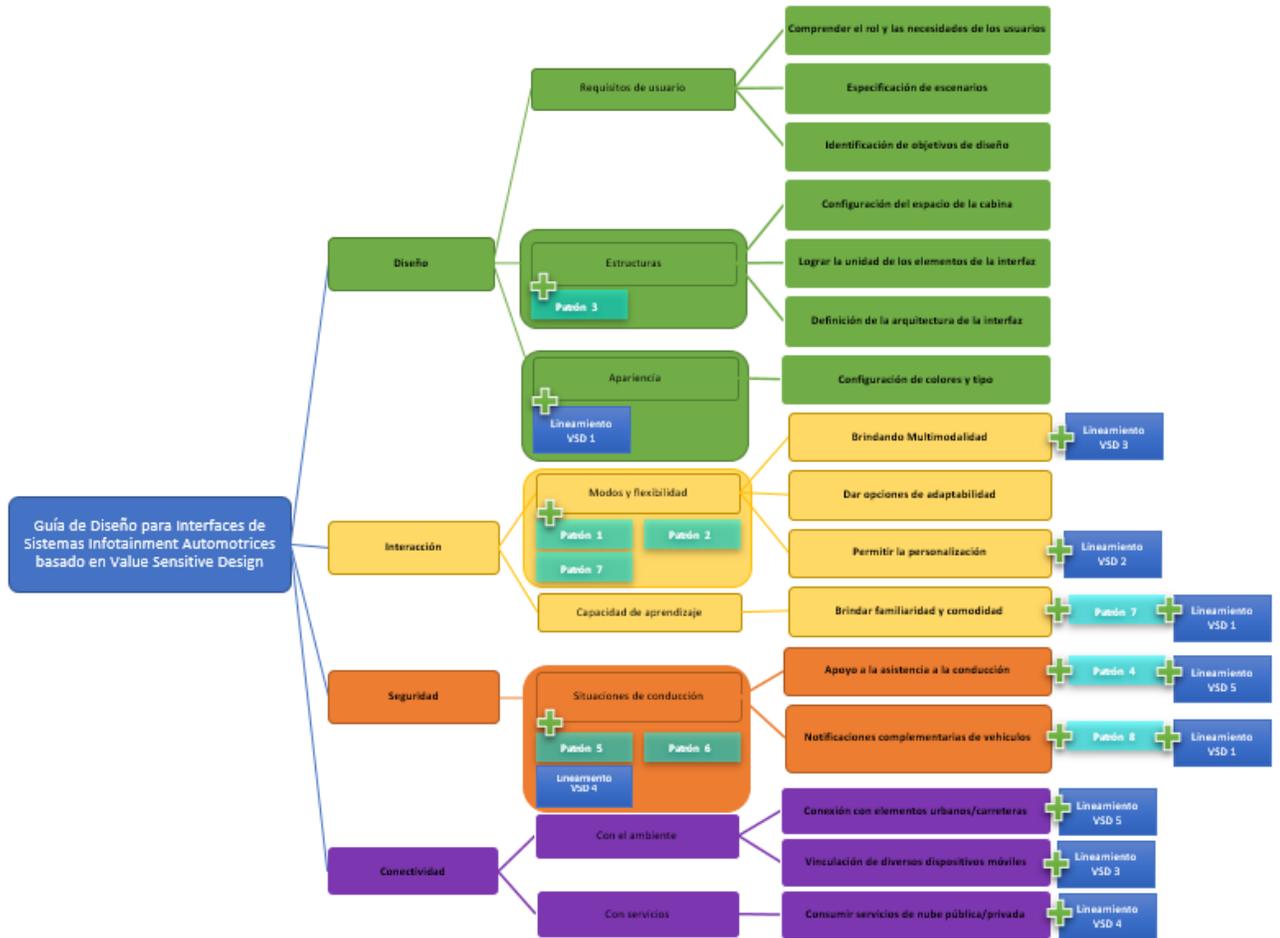


Figura 28: Estructura de la guía de diseño

### 4.3.1 Diseño

#### Requisitos de usuario

Tabla 30: Comprender el rol y las necesidades de los usuarios

Guía	<b>Comprender el rol y las necesidades de los usuarios</b>
Contexto	Al diseñar para las personas, es crucial prestar atención a aquellas cosas que les importan para establecer buenos diseños. Dichas cosas están íntimamente relacionadas con tareas (asociadas a un conjunto de necesidades) derivadas de actividades específicas.
Objetivo	Obtener la mayor cantidad de información posible sobre la actividad a realizar de los usuarios, para identificar sus tareas relacionadas y comprender claramente aquellas necesidades que los sistemas de infotainment debería ser capaces de cubrir.
Beneficios	Cuando se comprende bien la actividad a realizar, también se establecen bases sólidas y un camino hacia buenos diseños.

Guía para la acción	Hay varias alternativas para hacer esto, pero un buen comienzo podría ser la siguiente secuencia: Observando Personas; Ser-Aprendiz; Entrevistas; Grupos de enfoque; Interrogación; y Personas.
---------------------	---

Tabla 31: Especificación de escenarios

Guía	Especificación de escenarios
Contexto	Los escenarios donde se llevarían a cabo las actividades brindan información detallada sobre diferentes criterios útiles para comprender mejor las tareas de los usuarios.
Objetivo	Obtener un contexto completo de las actividades de los usuarios para anticipar aquellas posibles decisiones que los usuarios tendrán que tomar a través de su experiencia al interactuar con el sistema de infotainment.
Beneficios	Los diseñadores pueden realizar configuraciones adecuadas para el estado de Actividad-Tareas y Medio Ambiente- Sistema. Esto ayuda a los diseñadores a concentrarse en las tareas que la interfaz debe soportar, en lugar de la interfaz misma.
Guía para la acción	Una de las mejores alternativas para definir escenarios, actividades y tareas es el guion gráfico.

Tabla 32: Identificación de objetivos de diseño

Guía	Identificación de objetivos de diseño
Contexto	Cuando los diseñadores comprenden bien las tareas y objetivos de los usuarios, y los escenarios, es hora de definir un conjunto de características de diseño que permitan su integración natural en el entorno de los usuarios.
Objetivo	Identificar aquellos aspectos en el diseño que realmente ayuden en la transformación de las tareas actuales en otras más preferidas.
Beneficios	Los diseñadores podrían tener una visión clara de las cosas importantes del diseño antes de trabajar en el diseño mismo.
Guía para la acción	Una forma popular de realizar la identificación de objetivos de diseño consiste en analizar actividades buscando los siguientes resultados: ¿Cuáles son los pasos? ¿Qué son los artefactos? Cuáles son los objetivos (de esos pasos identificados y artefactos) y Cuáles son los puntos de mejora (también conocidos como puntos débiles).

## Estructura

Tabla 33: Configuración del espacio de la cabina

Guía	Configuración del espacio de la cabina
------	--

Contexto	El espacio de la cabina de los vehículos ya está ocupado por varios elementos. Es fundamental evitar sobrecargar el espacio o interferir con otros elementos.
Objetivo	Aprovechar los espacios vacíos para utilizarlo a favor de transmitir información del sistema de infotainment.
Beneficios	Al usar el espacio adecuadamente, los conductores podrían recibir retroalimentación del contexto y los sistemas de manera segura y sin distracciones.
Guía para la acción	Mire alrededor de la cabina en busca de referencias gráficas, por ejemplo, el parabrisas (para notificaciones de conducción) o la parte trasera de los asientos del conductor y del copiloto (para entretenimiento).
Patrón de diseño	<a href="#">Patrón 3: Profundidad y amplitud de los menús</a>

Tabla 34: Lograr la unidad de los elementos de la interfaz

Guía	<b>Lograr la unidad de los elementos de la interfaz</b>
Contexto	Los elementos de la interfaz del sistema de infotainment interactúan con otros y viceversa.
Objetivo	El diseño de información y entretenimiento podría integrarse armoniosamente con otros elementos e información del vehículo.
Beneficios	Los usuarios podrían percibir que el sistema de información y entretenimiento funciona junto con otros sistemas y elementos como una sola tecnología.
Guía para la acción	Identificar todas las partes involucradas, buscar desde una organización de todas ellas tratando de lograr un todo unificado. Cada parte debe aparecer que se apoyen entre sí.
Patrón de diseño	<a href="#">Patrón 3: Profundidad y amplitud de los menús</a>

Tabla 35: Definición de la arquitectura de la interfaz

Guía	<b>Definición de la arquitectura de la interfaz</b>
Contexto	El espacio de interfaz del sistema de información y entretenimiento debe poder transmitir la mayor cantidad de información posible de una manera coherente y digerible.
Objetivo	Organice todo el espacio de la interfaz del sistema de infotainment en pequeños espacios para conformar una estructura adecuada que contribuya a lograr un uso e interpretación de la información sin esfuerzo por parte de

	los usuarios.
Beneficios	Diseño de interfaz bien estructurado. Interfaces más intuitivas.
Guía para la acción	El uso de cuadros para organizar (separando el contenido) el espacio gráfico es común, pero es mejor usar espacios en blanco racionales para conectar o separar elementos evitando áreas de atención en competencia.
Patrón de diseño	<a href="#">Patrón 3: Profundidad y amplitud de los menús</a>

## Apariencia

Tabla 36: Configuración de colores y tipo

Guía	<b>Configuración de colores y tipo</b>
Contexto	El color y el tipo son parte del lenguaje de comunicación y deben usarse con prudencia para enfatizar la importancia de la información, no para la decoración.
Objetivo	Aumente la utilidad de la información mediante la incorporación adecuada de colores y tipos.
Beneficios	El color y el tipo podrían usarse para guiar a los conductores mientras usan el sistema de infotainment al relacionar las partes entre sí y enfatizar aspectos o elementos.
Guía para la acción	Un contraste adecuado entre el color de fondo y el tipo es crucial para aumentar la utilidad de la información. La legibilidad es una característica esencial para que la selección de tipos transmita información comprensible.
Lineamiento VSD	<a href="#">Lineamiento VSD 1: Color y tipo de letra</a>

### 4.3.2 Interacción Modos y flexibilidad

Tabla 37: Brindando Multimodalidad

Guía	<b>Brindando Multimodalidad</b>
Contexto	Los sistemas de información y entretenimiento deben proporcionar diferentes alternativas para realizar tareas interactivas para evitar distraer a los conductores.
Objetivo	Para reducir las distracciones del conductor cuando interactúa con el sistema de información y entretenimiento mientras conduce.
Beneficios	Tener interfaces multimodales en los sistemas de información y

	entretenimiento reduce las posibilidades de situaciones peligrosas o accidentes debido a la distracción de los conductores al interactuar con el sistema.
Guía para la acción	Considere la interacción multimodal desde las primeras etapas del proceso de diseño; la multimodalidad incluye, entre otros, el reconocimiento de gestos; postura; voz; diálogos, oratoria.
Patrón de diseño	<a href="#">Patrón 1: Botones físicos como atajo en el sistema</a> <a href="#">Patrón 2: Barra de acceso rápido personalizada</a> <a href="#">Patrón 7: Interacción por comandos de voz</a>
Lineamiento VSD	<a href="#">Lineamiento VSD 3: Multimodalidad</a>

Tabla 38: Dar opciones de adaptabilidad

Guía	<b>Dar opciones de adaptabilidad</b>
Contexto	Las interfaces de los sistemas de infotainment deben permitir la adaptación de las interacciones ofrecidas para promover mejores experiencias personales de usuario.
Objetivo	Permitir a los usuarios establecer una interacción operativa cómoda.
Beneficios	Los usuarios pueden establecer rutas de interacción para operar el sistema para que coincida con los usuarios y el idioma del sistema.
Guía para la acción	Las actividades críticas, como las relacionadas con la seguridad, deben permanecer transparentes para los usuarios. Solo deben permitirse ajustes superficiales. La configuración debe mantenerse lo más fácil posible. Admite deshacer y rehacer.
Patrón de diseño	<a href="#">Patrón 1: Botones físicos como atajo en el sistema</a> <a href="#">Patrón 2: Barra de acceso rápido personalizada</a> <a href="#">Patrón 7: Interacción por comandos de voz</a>

Tabla 39: Permitir la personalización

Guía	<b>Permitir la personalización</b>
Contexto	Los usuarios generalmente quieren poder configurar sus tecnologías con un toque personal, lo que se traduce en mejores experiencias de usuario.
Objetivo	Permitir a los usuarios establecer un entorno personal de interacción.
Beneficios	Los usuarios pueden personalizar el entorno superficial del sistema de infotainment.
Guía para la acción	Proporcione a los usuarios opciones de control intuitivas para personalizar la apariencia, el entorno del sistema, los menús, los comandos, las notificaciones, etc. La configuración debe mantenerse lo más fácil posible.

	Admite deshacer y rehacer.
Patrón de diseño	<a href="#">Patrón 1: Botones físicos como atajo en el sistema</a> <a href="#">Patrón 2: Barra de acceso rápido personalizada</a> <a href="#">Patrón 7: Interacción por comandos de voz</a>
Lineamiento VSD	<a href="#">Lineamiento VSD 2: Acceso rápido a aplicaciones</a>

## Capacidad de aprendizaje

*Tabla 40: Brindar familiaridad y comodidad*

Guía	<b>Brindar familiaridad y comodidad</b>
Contexto	Los usuarios no deberían tener que recordar información de un estado a otro en el sistema de información y entretenimiento.
Objetivo	Reducir la carga de memoria para los usuarios.
Beneficios	La configuración y las rutas de navegación pueden ser percibidas como simples e intuitivas por los usuarios.
Guía para la acción	Integre al diseño de la interfaz de usuario metáforas del mundo real, íconos comunes, estándares y rutas interactivas basadas en actividades reales. Nivel 1.1. Los requisitos del usuario pueden ayudar.
Patrón de diseño	<a href="#">Patrón 7: Interacción por comandos de voz</a>
Lineamiento VSD	<a href="#">Lineamiento VSD 1: Color y tipo de letra</a>

### 4.3.3 Seguridad

#### Situaciones de conducción

*Tabla 41: Apoyo a la asistencia a la conducción*

Guía	<b>Apoyo a la asistencia a la conducción</b>
Contexto	Los sistemas de información y entretenimiento deben colaborar con otros sistemas y tecnologías disponibles para la asistencia a la conducción, lo que permite la visualización de comentarios y notificaciones de estado.
Objetivo	Informar a los conductores sobre las situaciones de conducción detectadas por los sistemas de asistencia a la conducción manteniendo la coherencia con el sistema de infotainment.
Beneficios	La seguridad y la eficiencia podrían mejorarse si los comentarios y la información de los sistemas de asistencia a la conducción se transmiten de manera consistente por el sistema de infotainment, evitando la confusión de los usuarios por diferentes palabras, situaciones o apariencia/estructura de notificaciones.
Guía para la acción	Integrar la consistencia como un “must” en el diseño de la interfaz de usuario.

Patrón de diseño	<a href="#">Patrón 4: Filtros de búsqueda rápida</a> <a href="#">Patrón 5: Estructura interna de las aplicaciones de terceros</a> <a href="#">Patrón 6: Bloqueo parcial del modo de interacción táctil</a>
Lineamiento VSD	<a href="#">Lineamiento VSD 4: Iconos de aplicaciones bien distribuidas en la interfaz</a> <a href="#">Lineamiento VSD 5: Filtros de búsqueda</a>

Tabla 42: Notificaciones complementarias de vehículos

Guía	<b>Notificaciones complementarias de vehículos</b>
Contexto	Los sistemas de infotainment deben integrar las notificaciones del estado del vehículo como complemento a las que transmite el propio vehículo.
Objetivo	Establezca un entorno confiable al reducir las posibilidades de que los usuarios descuiden los comentarios.
Beneficios	Los conductores estarán más conscientes del estado del vehículo sin distracciones al conducir.
Guía para la acción	Integrar la consistencia como un “must” en el diseño de la interfaz de usuario.
Patrón de diseño	<a href="#">Patrón 5: Estructura interna de las aplicaciones de terceros</a> <a href="#">Patrón 6: Bloqueo parcial del modo de interacción táctil</a> <a href="#">Patrón 8: Íconos y etiquetas de texto</a>
Lineamiento VSD	<a href="#">Lineamiento VSD 1: Color y tipo de letra</a> <a href="#">Lineamiento VSD 4: Iconos de aplicaciones bien distribuidas en la interfaz</a>

### 4.3.4 Conectividad

#### Con Medio Ambiente

Tabla 43: Conexión con elementos urbanos/carreteras

Guía	<b>Conexión con elementos urbanos/carreteras</b>
Contexto	Recientemente han surgido varios paradigmas tecnológicos, como las ciudades inteligentes y las carreteras inteligentes, destinados a aumentar la seguridad y la comodidad de los entornos de las personas.
Objetivo	Guíe a los diseñadores para que consideren, desde el comienzo del proyecto, los requisitos tecnológicos para permitir una fácil conexión entre los elementos del entorno y el vehículo a través del sistema de infotainment.
Beneficios	Los conductores podrían tener una mejor experiencia de usuario mientras

	interactúa con elementos Urban/Road a través de su familiar sistema de infotainment.
Guía para la acción	Proporcionar facilidades para activar/desactivar interacciones con elementos urbanos/viales. Integrar la consistencia como un “must” en el diseño de la interfaz de usuario.
Lineamiento VSD	<a href="#">Lineamiento VSD 5: Filtros de búsqueda</a>

Tabla 44: Vinculación de diversos dispositivos móviles

Guía	<b>Vinculación de diversos dispositivos móviles</b>
Contexto	Actualmente, los dispositivos móviles han cobrado una gran importancia en la vida diaria de las personas. Otras tecnologías deberían permitir una fácil conectividad y sincronización con ellas.
Objetivo	Integre alternativas para sincronizar fácilmente dispositivos móviles con sistemas de infotainment.
Beneficios	Los conductores podrían tener una mejor experiencia de usuario mientras interactúan con dispositivos móviles a través de su conocido sistema de infotainment.
Guía para la acción	Proporcionar instalaciones para sincronizar y operar dispositivos móviles desde el sistema de infotainment. Integrar la consistencia como un “must” en el diseño de la interfaz de usuario.
Lineamiento VSD	<a href="#">Lineamiento VSD 3: Multimodalidad</a>

## Con Servicios

Tabla 45: Consumir servicios de nube pública/privada

Guía	<b>Consumir servicios de nube pública/privada</b>
Contexto	Las personas consumen múltiples tipos de servicios en la nube, desde entretenimiento hasta negocios.
Objetivo	Permitir que los usuarios consuman, a través del sistema de infotainment, servicios en la nube tanto públicos como por suscripción.
Beneficios	Los pasajeros pueden disfrutar de la orientación y los servicios de entretenimiento en la nube mientras conducen los servicios directamente desde la interfaz del sistema de infotainment en un entorno consistente y

	familiar.
Guía para la acción	Integre comentarios y orientación para acceder fácilmente a los servicios en la nube de manera segura y confiable. Integrar la consistencia como un “must” en el diseño de la interfaz de usuario.
Lineamiento VSD	<a href="#">Lineamiento VSD 4: Iconos de aplicaciones bien distribuidas en la interfaz</a>

# Capítulo 5

## 5 Validación del Modelo Conceptual

En este capítulo se presenta la validación de la guía propuesta. Está compuesto por la Validez de Contenido por Panel de Expertos y la Prueba de Concepto vía Construcción de un nuevo prototipo a partir de la guía propuesta.

### Contenido

#### 5.1. Prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto

- 5.2. Fase de Planeación de la Prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto
- 5.3. Fase de Ejecución de la Prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto
- 5.4. Fase de Análisis de Resultados de la Prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto
- 5.5. Consolidación de resultados

Esta fase comprende el diseño y la elaboración de un prototipo de sistema infotainment automotriz basado en la guía de diseño de interfaces para sistemas IVI planteados en la fase anterior. Para el diseño, se utilizó un prototipo de alta fidelidad con el cual se realizaron las pruebas.

## **5.1 Prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto**

Luego del desarrollo de la guía, se procede a construir un prototipo tomando en cuenta los lineamientos de diseño establecidos en esta. Este prototipo busca recopilar algunas de las soluciones propuestas para disminuir el nivel de distracción de los usuarios e identificar la percepción de los usuarios en cuanto a bienestar y seguridad. Cabe resaltar que el nivel de distracción va a ser medido de acuerdo con las dos métricas de evaluación descritas en la Fase de Exploración: (i) tiempo neto de interacción y (ii) carga de trabajo mental.

El prototipo de interfaz de usuario permitió simular la pantalla táctil de un sistema infotainment, a diferencia del prototipo utilizado en la Fase de Exploración, la nueva versión incorpora los lineamientos descritos en la guía y las recomendaciones de los expertos en diseño y/o usabilidad. Después, se realizó una prueba de observación con los mismos usuarios de la Fase de exploración, con el fin de obtener los valores de distracción respecto al nuevo prototipo.

Por último, se realizó un análisis de los resultados obtenidos en la anterior etapa, en búsqueda de validar que

el nivel de distracción de los usuarios puede disminuir teniendo en cuenta los lineamientos descritos en la guía.

## **5.2 Fase de Planeación de la Prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto**

Para la planeación de la Prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto se realizaron las siguientes actividades:

1. Selección de las tareas a evaluar.
2. Construcción del prototipo.
3. Caracterización de los participantes.
4. Definición de métricas y métodos de evaluación.
5. Definición de equipamiento, trayecto y logística de prueba.

### **5.2.1 Selección de las tareas a evaluar**

Como se mencionó anteriormente, el objetivo principal de esta parte de la Fase de Validación es poder comprobar que el nivel de distracción puede ser disminuido al utilizar los lineamientos de la guía de diseño. Por lo tanto, se propone recolectar algunas tareas secundarias que puedan incorporar las soluciones propuestas en los patrones de diseño y, a través del rediseño de las interfaces de los sistemas IVI probados en la Fase de Exploración, se pueda medir el desempeño de los participantes y evidenciar una disminución ya sea en el tiempo o en la carga de trabajo mental.

Las tareas de la Fase de Exploración en las que los usuarios no presentaron distracción y en las que no aplicaban las recomendaciones de diseño se descartaron, debido a, que su diseño para el prototipo no tenía cambios, por lo tanto, sus valores permanecen constantes. A continuación, se especifican las tareas seleccionadas.

- Tarea 2: Conectar el teléfono móvil al vehículo a través de Bluetooth.
- Tarea 3: Reproducir una canción a través de Bluetooth.
- Tarea 4: Buscar la información relacionada con la iluminación del vehículo.
- Tarea 6: Hacer una llamada telefónica a través de la pantalla del vehículo.
- Tarea 7: Enviar un mensaje de texto desde la pantalla del vehículo.
- Tarea 8: Establecer una ruta de navegación en Google Maps.

Las tareas que no se incluyeron en el diseño son las siguientes:

- Tarea 1: Sintonizar una estación de radio FM.
- Tarea 5: Contestar una llamada telefónica a través de la pantalla del vehículo.

### **5.2.2 Caracterización de los participantes**

Para la Fase de Validación se tuvo en cuenta dos puntos en concreto:

1. Los usuarios a evaluar en esta fase pueden ser los mismos que fueron evaluados en la Fase de Exploración lo que permite obtener el valor de distracción con el nuevo prototipo. Sin embargo, también debe realizarse la prueba a nuevos usuarios que no cuenten con la experiencia de ejecutar las mismas tareas en el sistema, con el fin de corroborar la veracidad de los valores de los usuarios con experiencia.

2. El perfil de los usuarios de esta fase debe ser el mismo que se consideró para la Fase de Validación en búsqueda obtener un comportamiento relativamente igual, y poder evaluar las propuestas realizadas y no el comportamiento de otro segmento de conductores.

Mencionado esto, se seleccionaron a otros 5 usuarios para la Fase de Validación, los cuales fueron caracterizados utilizando la técnica Persona. En la siguiente tabla se ilustra un resumen de las características de los 5 nuevos usuarios a poner a prueba.

Usuario	Edad	Experiencia conduciendo (en años)	Frecuencia de uso de sistemas infotainment
1	33 años	17 años	Alta frecuencia
2	26 años	5 años	Mediana frecuencia
3	24 años	4 años	Mediana frecuencia
4	28 años	12 años	Alta frecuencia
5	21 años	5 años	Alta frecuencia

Nuevos participantes:

Usuario	Edad	Experiencia conduciendo (en años)	Frecuencia de uso de sistemas infotainment
6	25 años	3 años	Mediana frecuencia
7	24 años	2 años	Mediana frecuencia
8	32 años	6 años	Alta frecuencia
9	30 años	5 años	Alta frecuencia
10	27 años	4 años	Alta frecuencia

### 5.2.3 Métricas y métodos de evaluación

Para la Fase de Validación se van a seguir las mismas métricas de evaluación de la Fase de Exploración (i.e. tiempo neto de interacción y carga de trabajo mental), así como los mismos métodos utilizados para la obtención de las métricas (i.e. Método de observación, protocolo de Thinking Aloud, DALI y Prueba Retrospectiva).

Adicionalmente, se realiza una prueba comparativa entre el primer y el segundo prototipo, con el fin de evaluar la perspectiva de los participantes acerca de los valores y experiencia de usuario.

Por otro lado, el trayecto para la Fase de Validación fue el mismo recorrido en la Fase de Exploración.

## 5.3 Fase de Ejecución de la Prueba de Concepto vía Construcción de un

## Artefacto

Inicialmente, el facilitador se encargó de informar al usuario el propósito de su participación, la metodología que se usaría durante la prueba, el tipo de tareas a realizar y la duración de la prueba, dejando claro que en cualquier momento podía expresar pensamientos, dudas o incomodidades que presenta.

La duración aproximada de la prueba, por cada uno de los usuarios, fue de 45 minutos, y la Fase de Ejecución completa tuvo una duración aproximada de 2 semanas para las pruebas con los 10 usuarios.

Al inicio de la prueba se le solicitó al usuario no conducir a una velocidad mayor de 20 km/h, para mantener la seguridad durante la prueba, cada una de las 6 tareas fue dictada en orden por parte del facilitador y el usuario era libre de tomar el tiempo necesario para completarla o desistir.

Al finalizar las tareas, el facilitador le entregó al participante el formato del DALI, no antes de explicar al participante qué se quería medir con esta técnica de evaluación y cómo llenarlo. Luego, el facilitador fue reproduciendo los videos capturados durante la prueba a medida que el usuario llenaba el formulario para cada una de las tareas. El detalle del formato del DALI se encuentra especificado en la sección 3.3.2 del documento.

Adicionalmente, se realizó un estudio comparativo en el cual sólo se incluyó a los usuarios que participaron de la Fase de Exploración (5 usuarios). Para este estudio se utilizó nuevamente el protocolo de Thinking Aloud (pensando en voz alta), que consiste en que los participantes de la prueba expresen verbalmente, y de manera continua, sus pensamientos, sensaciones y opiniones mientras interactúan con el sistema. El facilitador presentó al usuario las dos versiones del prototipo e indagó acerca de la percepción del usuario y que sensaciones experimentó al utilizar cada uno de ellos.

### 5.4 Fase de Análisis de Resultados de la Prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto

Luego de haber completado la Ejecución de la Prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto, se procede al análisis de los resultados obtenidos. Esta fase de análisis puede dividirse en 4 módulos que terminan en una conclusión en la que se describen los puntos validados por parte de los usuarios en prueba.

Los 4 módulos en los que se puede dividir esta Fase de Análisis de Resultados son los siguientes:

1. Análisis de las métricas de evaluación
2. Consolidación de resultados

#### 5.4.1 Análisis de las métricas de evaluación

En la Fase de Validación también se analizaron las mismas métricas relacionadas con el nivel de distracción del usuario de la Fase de Exploración: tiempo de interacción y carga de trabajo mental. Por esta razón, se propone comparar las métricas obtenidas en las tareas con el primer prototipo vs las métricas obtenidas en las tareas con las propuestas de rediseño basadas en la guía (prototipo versión 2), esperando evidenciar una disminución en el nivel de distracción de los usuarios. Además, los valores de las métricas obtenidos por los 5 usuarios nuevos al utilizar el segundo prototipo permitirán verificar si la disminución se presenta en los usuarios en general y no es producto de la aprendibilidad de los usuarios que participaron en el estudio previo. En esta sección de Análisis de las métricas de evaluación se describe el procedimiento para consolidar

la información recolectada y el análisis general de los resultados obtenidos.

Los formatos utilizados para esta sección son los mismos formatos de la Fase de exploración.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de cada usuario con relación al tiempo neto de interacción.

Tabla 43. Tabla resumida del TNI

<b>Tiempo neto de interacción (seg)</b>										
Tarea	<b>Participantes Fase Exploración</b>					<b>Nuevos participantes</b>				
	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6	Usuario 7	Usuario 8	Usuario 9	Usuario 10
2	13	17	15	14	11	15	16	15	13	12
3	39	25	17	24	48	29	27	22	34	43
4	61	26	31	24	74	61	26	31	24	74
6	57	63	61	36	32	52	59	48	56	36
7	45	54	47	43	44	48	43	45	51	49
8	61	26	17	24	74	61	26	17	24	74

Siguiendo con el procedimiento de depuración de valores outliers, se logró obtener el tiempo de interacción promedio de cada tarea, que va a ser utilizado para poder realizar las comparaciones pertinentes en la siguiente sección.

Tabla 46: Cálculos del TNI

<b>Tiempo neto de interacción</b>					
Tarea	AVG (seg)	$\sigma$	AVG - $2\sigma$ (seg)	AVG + $2\sigma$ (seg)	AVG no outliers (seg)
2	14,1	1,85	10,39	17,81	14,1
3	30,8	9,93	10,94	50,66	30,8
4	43,2	21,49	0,21	86,19	43,2
6	50	11,45	27,10	72,90	50
7	46,9	3,63	39,63	54,17	46,9
8	40,4	23,93	-7,46	88,26	40,4

Al igual que para la Fase de Exploración, luego de haber obtenido los tiempos de interacción, se procedió a realizar el análisis de la carga de trabajo mental. En la siguiente tabla se consolidó un puntaje ponderado de

carga para cada tarea, de acuerdo con los resultados del DALI.

Tabla 47: Resultados del DALI

Índice de Carga de la Actividad de Conducción (DALI)	
Tarea	Puntaje ponderado (mínimo: 0, máximo: 10)
2	6.0
3	5.1
4	7.2
6	6.4
7	8.0
8	7.0

## 5.5 Consolidación de resultados

La prueba de Concepto vía Construcción de un Artefacto sirvió para poder validar efectivamente que la guía puede ser utilizada para disminuir el nivel de distracción de los conductores, bajo la reducción de los tiempos de interacción y la carga de trabajo mental percibida por los conductores. Como se evidencia en las siguientes tablas, se puede observar una mejora al realizar una comparativa entre la primera versión del prototipo basado en un sistema infotainment real (**Easy Smart KIA™**) y la segunda versión del prototipo el cual es un rediseño realizado utilizando la guía propuesta.

Tabla 48: Tabla comparativa de TNI entre prototipos

Tiempo neto de interacción			
Tarea	Prototipo 1 AVG (seg)	Prototipo 2 AVG (seg)	Diferencia
2	18	14,1	-3,9
3	32,4	30,8	-1,6
4	43,2	43,2	0
6	56,2	50	-6,2
7	50,6	46,9	-3,7
8	40,4	40,4	0

Además, al comparar la carga de trabajo mental también se observan mejoras en algunas tareas (tarea 2, tarea 3 y tarea 6)

Tabla 49: Tabla comparativa de resultados DALI entre prototipos

Índice de Carga de la Actividad de Conducción (DALI)		
Tarea	Prototipo 1 Puntaje ponderado (mínimo: 0, máximo: 10)	Prototipo 2 Puntaje ponderado (mínimo: 0, máximo: 10)

2	6.4	6.0
3	5.6	5.1
4	7.2	7.2
6	7.2	6.4
7	8.3	8.3
8	7.0	7.0

Adicionalmente, se realizó un estudio comparativo utilizando las dos versiones de los prototipos, se aplicó a 10 usuarios, todos participantes en la prueba anterior; Esta prueba tenía por objetivo identificar la preferencia en cuanto a diseño de los usuarios y establecer posibles valores que fueran percibidos por los usuarios al observar las interfaces correspondientes a cada prototipo.

Una vez realizada la prueba se pudo determinar que los usuarios prefieren la versión de rediseño, debido a, que encuentran algunos elementos mucho más atractivos que en la versión inicial. Además, se indaga cual es la percepción de cada usuario en cuanto a los valores, en donde algunos casos no perciben el valor de forma explícita o incluso algunos no llegan a percibir el valor en las interfaces presentadas.

A continuación, se presentan los valores identificados por los usuarios durante la ejecución de la prueba:

*Tabla 50: Valores VSD identificados en el prototipo de rediseño*

<b>Valor VSD</b>	<b>Cantidad de usuarios que percibió el valor</b>	<b>Cantidad de usuarios que NO percibió el valor</b>
Seguridad	10	0
Bienestar Humano	6	4
Tranquilidad	10	0
Confianza	8	2

Una guía de diseño de interfaces usualmente se enfoca en facilitar la comunicación entre el usuario y el sistema, y en lograr que los elementos utilizados cumplan con las necesidades del usuario. No obstante, hay requisitos no funcionales que el usuario espera que el sistema cuente con ellos, sin necesidad de expresarlo de forma explícita, como por ejemplo la seguridad.

Sin embargo, atender la seguridad como un requisito no funcional no garantiza que el diseñador de mayor prioridad frente a valores comerciales como la diversión. Lo anterior resalta la importancia del aporte realizado en este trabajo, ya que, no solo proporciona lineamientos de diseño, sino que también vincula elementos diseñados para aumentar la seguridad previniendo que el usuario se distraiga al realizar tareas en el sistema infotainment. Hasta la fecha de realización de este trabajo, no hay trabajos de acceso público acerca del diseño de interfaces de sistemas IVI y mucho menos trabajos orientados a aumentar la seguridad de estos sistemas desde la etapa de diseño.

# Capítulo 6

## 6 Conclusiones y Trabajo Futuro

En este capítulo se presentan las principales conclusiones del proyecto y propuestas de trabajo futuro que se obtuvieron durante el desarrollo de la investigación.

### Contenido

- 6.1. Conclusiones
- 6.2. Trabajo Futuro
- 6.3. Destacados

## 6.1 Conclusiones

Del presente trabajo se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Durante la revisión de literatura de los trabajos relacionados se encontró un enorme vacío con respecto a documentación en el tema de VSD y guías de diseño enfocadas a sistemas infotainment y se logró identificar las brechas existentes. No se encontraron publicaciones en las que se haya tenido en cuenta el modelo mental, la seguridad y/o bienestar de conductores colombianos y mucho menos publicaciones donde VSD estuviera aplicado a proyectos de esta índole, generando vacíos en los diseños de interfaces de usuario en el vehículo.
- Se logró identificar los problemas y las buenas prácticas en diseño de interfaces de sistemas IVI, además de caracterizar los componentes de VSD y desglosar los valores que propone VSD para mejorar estas interfaces, cumpliendo así con el primer objetivo específico del trabajo de grado. Para ello, se planeó, se ejecutó y se analizaron los resultados de un ejercicio de exploración, en el que se lograron identificar los problemas en sistemas infotainment automotrices, además de entender cómo usar los valores de VSD, que conllevaron a consolidar una fuente empírica de información, que más adelante serviría como base principal de construcción de soluciones a los problemas encontrados en esta etapa exploratoria.
- Se propuso una Guía para el diseño de interfaces de sistemas IVI incluyendo componentes de VSD. Enfocándose en la distracción del conductor al realizar tareas secundarias en dichos sistemas. Estos componentes son una lista de valores que propone VSD, que sirven como soluciones de diseño respecto a necesidades del conductor y requerimientos en la interfaz de usuario, tratando áreas que incluyen el contenido, modo de interacción, estilo, atajos, notificaciones en los sistemas y carga de trabajo mental, y así poder contribuir en la disminución de la distracción y generar sentimientos de seguridad y bienestar mientras se conduce. Con la propuesta de esta guía de diseño y la ayuda de VSD se logró completar el segundo objetivo específico del trabajo de grado.
- La guía de diseño fue validada por panel de expertos, compuesto por investigadores ubicados en México, Colombia y Brasil, que trabajan en el área de UX, Design Researcher y HCI, con amplia experiencia en el campo del diseño de aplicaciones, evaluación de interfaces de usuario, diseño UX y diseño de interacción. Los expertos nos ayudaron a determinar que la guía de diseño de sistemas infotainment automotrices basado en value sensitive design cumple satisfactoriamente con tres criterios principales: (i) está fundamentada por teorías, estudios y principios robustos, (ii) la guía es coherentes, congruentes y adecuada para cumplir el propósito por el cual se generó, y (iii) aportan algo nuevo a la comunidad investigativa y no es solo una duplicación de un modelo ya existente. Por otro lado, se realizó una segunda validación con usuarios nuevos y con los usuarios que ya habían participado inicialmente, esto se hizo a partir de la construcción de un prototipo construido a partir de la guía donde se validaron los elementos propuestos en este trabajo de grado comparando las métricas de evaluación (i.e. tiempo neto de interacción, costo de interacción y carga de trabajo mental) del prototipo con aquellas obtenidas en la Fase de Exploración y obteniendo una respuesta positiva generando menos tiempo de interacción con las tareas y por ende generando una disminución de la distracción. Estas dos etapas de validación permitieron cumplir con el último objetivo específico del trabajo de grado.
- Con la reducción de los tiempos de interacción y a su vez la disminución de la distracción mencionado en el anterior punto, se logró dar respuesta a la pregunta de investigación planteada en el trabajo de grado, la cual hace referencia a ¿Cómo aplicar la metodología VSD en la construcción de una guía de diseño de interfaces de sistemas IVI para desarrollar interfaces que disminuyan el nivel de distracción? que, de manera concreta, puede responderse de la siguiente forma:

Implementado lo sugerido en la guía de diseño para interfaces de sistemas infotainment automotrices basado en value sensitive design se puede lograr una disminución en el tiempo, el costo de interacción durante la ejecución y la carga de trabajo mental en varias de las tareas secundarias generando seguridad y sentimiento de bienestar en los usuarios, lo que conlleva a disminuir el nivel de distracción generado por este tipo de sistemas infotainment. A su vez va a poder ser utilizada como una fuente de información y punto comparativo o punto inicial para los diferentes trabajos relacionados que se estén desarrollando en la región, y que así mismo como en este caso, busquen entender más a fondo otras necesidades que tienen usuarios de Latinoamérica y el mundo con los sistemas infotainment.

## 6.2 Trabajo Futuro

Gracias a los resultados obtenidos durante este trabajo de grado se tiene la primera versión de una guía de diseño para sistemas infotainment automotrices basado en value sensitive design la cual va a poder ser complementada de tal manera que se busque otra opción para la construcción de interfaces en el área automotriz algunos puntos en concreto que se espera poder realizar a corto, mediano y largo plazo, son los siguientes:

- Incluir en el estudio las limitaciones físicas, como problemas visuales y/o de motricidad además incluir y las personas del grupo adulto mayor ya que son usuarios y conductores para así expandir la guía a temas de accesibilidad.
- Desarrollar la prueba presencial en el caso de otros usuarios a nivel de países latinoamericanos, en nuestro caso pudimos ejecutar pruebas de forma remota en usuarios de países como México, Costa Rica y Brasil, encontrando una gran oportunidad de trabajo ya que generaron muchos aportes que nos ayudan a comprender un modelo mental más completo para nuestra región.
- Considerar otros componentes que son de mucha importancia y que pueden afectar la experiencia con el sistema infotainment, como lo son las emociones, el cansancio, el sueño, y generar otro tipo de pruebas como eye tracking, ya que esto va a ayudar de gran manera a mejorar el diseño de interfaces.
- Desarrollar un trabajo en conjunto a otras universidades que cuentan con otra infraestructura que permita hacer pruebas de mejor calidad con el fin de generar y consolidar una guía que sirva para toda la industria automotriz.
- Incluir escenarios colaborativos e interactivos en los cuales todos los interesados tengan la posibilidad de interactuar en un mismo escenario y aplicar herramientas como por ejemplo Thinking aloud donde los usuarios puedan aportar en el diseño de la guía según su punto de vista de acuerdo al rol establecido.
- Considerar escenarios donde se pueda maximizar el alcance que puede tener la aplicación de VSD, identificando interesados de diferentes sectores como Salud, Jurídico, Tránsito, y que entre estos se genere un entorno donde puedan discutir por cada característica que se pueda incluir en el diseño de la interfaz teniendo en cuenta que estas características pueden perjudicar o favorecer a estos sectores según el escenario.

## 6.3 Destacados

Cabe mencionar que durante el desarrollo del trabajo de grado se lograron compartir resultados preliminares en el Primer Workshop en Sistemas Infotainment y Sistemas Inteligentes (1WoSI2) realizado en Popayán, Colombia, en el Segundo Workshop en Sistemas Infotainment y Sistemas Inteligentes (2WoSI2) realizado en Arequipa, Perú y el tercer Workshop en Sistemas Infotainment y Sistemas Inteligentes (3WoSI2) realizado en Sao paulo Brasil todos bajo las JORNADAS IBEROAMERICANAS HCI. Dónde se logró debatir resultados encontrados en estos y buscar oportunidades de colaboración con investigadores de Latinoamérica.

Por otra parte, se publicaron dos artículos de investigación dentro de las JORNADAS IBEROAMERICANAS HCI en el 2020 y 2021. El primer artículo titulado “Design Guide for Interfaces of Automotive Infotainment Systems Based on Value Sensitive Design: A Systematic Review of the Literature” [126] fue publicado en el evento “Segundo Workshop en Sistemas Infotainment y Sistemas Inteligentes (2WoSI2)” realizado en Arequipa, Perú y se encuentra disponible en: <http://ceur-ws.org/Vol-2747/paper13.pdf>. El segundo artículo titulado “Identification of problems in the design of infotainment system interfaces” [166] fue publicado en el evento “Tercer Workshop en Sistemas Infotainment y Sistemas Inteligentes (3WoSI2)” realizado en Sao Paulo, Brasil y se encuentra disponible en: <http://ceur-ws.org/Vol-3070/short02.pdf>.

Un tercer trabajo desarrollado en paralelo, titulado “Evaluation and Redesign Proposal of an Infotainment System: A Case Study with a Parked Vehicle”, fue aceptado para ser presentado en el 15 Congreso Colombiano de Computación [167]. Este trabajo fue sustentado y aprobado y se encuentra a la espera de ser publicado próxima versión de la Revista Colombiana de Computación o en Springer.

Otra de las situaciones destacadas durante la realización de este proyecto, fue la presentación del mismo durante un intercambio en Alemania, durante el intercambio se realizó una presentación de este trabajo de grado en diferentes universidades alemanas, en busca de dar a conocer los proyectos que se trabajan en la Universidad del Cauca en el departamento de sistemas y especialmente en el grupo IDIS: Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software. Con respecto a este proyecto la Universidad de Ciencias Aplicadas (University of Applied Science) ubicada en Bottrop, Alemania, manifestó su interés de generar trabajos en conjunto, específicamente con el Laboratorio de Ux space, el cual trabaja con sistemas infotainment.

Finalmente, el artículo que expone los principales aportes de este trabajo de grado fue enviado para ser considerado en la revista Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences [168].

# Anexos

A continuación, se presenta la lista de los diferentes anexos citados en esta investigación:

ANEXO A: Formato de Consentimiento Informado de la Fase de Exploración.

Enlace: [Anexo A](#)

ANEXO B: Formato de Autorización de Grabación.

Enlace: [Anexo B](#)

ANEXO C: Protocolo de Prueba Usabilidad.

Enlace: [Anexo C](#)

ANEXO D: Formato de observación.

Enlace: [Anexo D](#)

ANEXO E: DALI - Driving Activity Load Index.

Enlace: [Anexo E](#)

ANEXO F: DALI - Driving Activity Load Index (Valores).

Enlace: [Anexo F](#)

ANEXO G: Protocolo Prueba de Concepto.

Enlace: [Anexo G](#)

# Referencias

- [1] I. D. Foundation. 2002. "Human-Computer Interaction (HCI)". [Online]. Disponible en: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/human-computer-interaction>.
- [2] Kkozyra. (2019, July 24). "What's inside your car's 'brain'? Car infotainment systems 2021 guide," Concise Software. [Online]. Disponible en: <https://concisesoftware.com/car-infotainment-system-guide/>.
- [3] D. L. Strayer, J. M. Cooper, R. M. Goethe, M. M. McCarty, G. Douglas, and F. Biondi, "Visual and Cognitive Demands of using In-Vehicle Infotainment Systems," AAA Foundation for Traffic Safety, no. September, pp. 1-3, 2017.
- [4] C. Heinrich, "Fighting Driver Distraction - Recent Developments 2013 - 2015," no. 15, pp. 1-8, 2015.
- [5] M. Körber, A. Eichinger, K. Bengler, and C. Olaverri-Monreal, "User experience evaluation in an automotive context," IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Proceedings, no. July 2016, pp. 13-18, 2013.
- [6] P. M. Knoll, "22.1: Invited Paper : An Integrated HMI Concept for Driver Information and Driver Assistance Systems," SID Symposium Digest of Technical Papers, vol. 38, no. 1, pp. 1061-1064, 2007.
- [7] S. Diamond. (2016, November 16). "How to fix the infotainment problem." [Online]. Disponible en: <https://www.germanautolabs.com/blog/in-2017-how-to-fix-the-infotainment-problem>.
- [8] T. Jung, C. Kaß, D. Zapf, and H. Hecht, "Effectiveness and user acceptance of infotainment-lockouts: A driving simulator study," Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 60, pp. 643-656, 2019.
- [9] E. Hollnagel, "A function-centred approach to joint driver-vehicle system design," Cognition, Technology and Work, vol. 8, no. 3, pp. 169-173, 2006.
- [10] K. M. Alam, M. Saini, and A. El Saddik, "Toward social internet of vehicles: Concept, architecture, and applications," IEEE Access, vol. 3, pp. 343-357, 2015.
- [11] N. Gowda, W. Ju, D. Sirkin, and M. Baltzer, "Prototyping HMI for Autonomous Vehicles : A Human Centered Design Approach."
- [12] A. Stevens, "Safety of driver interaction with in-vehicle information systems," Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, vol. 214, no. 6, pp. 639-644, 2000.
- [13] A. B. Batya Friedman, Peter H. Kahn, Jr., "Value Sensitive Design: Theory and Methods," UW CSE Technical report, p. 8, 2002.
- [14] M. Mora, "Descripción del Método de investigación conceptual," Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2003.
- [15] M. L. Cummings, "Integrating ethics in design through the value-sensitive design approach," Science and Engineering Ethics, vol. 12, no. 4, pp. 701-715, 2006.
- [16] G. Sinha, R. Shahi, and M. Shankar, "Human Computer Interaction," Proceedings - 3rd International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology, ICETET 2010, pp. 1-4, 2010.
- [17] S. Berrocal Gonzalo, M. Redondo García, V. Martín Jiménez, and E. Campos Domínguez, "La presencia del infoentretenimiento en los canales generalistas de la TDT Española," Revista Latina de Comunicación Social, vol. 69, pp. 85-103, 2014.
- [18] S. Greengard, "Automotive systems get smarter," Communications of the ACM, vol. 58, no. 10, pp. 18-20, 2015.

- [19] H. Gamboa-rosales, C. A. Collazos, "Front-end design guidelines for infotainment", pp. 1-9, 1801.
- [20] P. Hampton and M. Langham, "A contextual study of police car telematics: The future of in-car information systems," *Ergonomics*, vol. 48, no. 2, pp. 109-118, 2005.
- [21] J. L. Campbell, "Development of human factors design guidelines for advanced traveler information systems (ATIS)," *Vehicle Navigation and Information Systems Conference (VNIS)*, pp. 161-164, 1995.
- [22] T. Denning, D. B. Kramer, B. Friedman, M. R. Reynolds, B. Gill, and T. Kohno, "CPS: beyond usability," pp. 426-435, 2014.
- [23] B. Friedman, D. C. Howe, and E. Felten, "Informed consent in the Mozilla browser: Implementing value-sensitive design," *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, vol. 2002-Janua, no. c, pp. 1-10, 2002.
- [24] P. Waddell and A. Borning, "A Case Study in Digital Government: Developing and Applying UrbanSim, a System for Simulating Urban Land Use, Transportation, and Environmental Impacts", *Social Science Computer Review*, vol. 22, no. 1, pp. 37-51, 2004.
- [25] M. Nouwen, M. Van Mechelen, and B. Zaman, "A value sensitive design approach to parental software for young children," *Proceedings of IDC 2015: The 14th International Conference on Interaction Design and Children*, pp. 363-366, 2015.
- [26] S. Azenkot, S. Prasain, A. Borning, E. Fortuna, R. E. Ladner, and J. O. Wobbrock, "Enhancing independence and safety for blind and deaf-blind public transit riders BT - 29th Annual CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2011, May 7, 2011 - May 12, 2011," pp. 3247-3256, 2011.
- [27] A. Czeskis, I. Dermendjieva, and H. Yapit, "Parenting from the Pocket: Value Tensions and Technical Directions for Secure and Private Parent-Teen Mobile," *SOUPS: Symposium on Usable Privacy and Security*, 2010.
- [28] J. Preece, *Human Computer Interaction (ICS)*, Addison Wesley, 1994.
- [29] J. M. Carroll, *Human-Computer Interaction in the New Millennium*, Addison-Wesley, 2001.
- [30] M. Terrazó Cases, *Interacción hombre- ordenador*, 2009.
- [31] C. Ingenier, *Centro Ingeniería de Software y Sistemas (ISYS) 1*, 2012.
- [32] Real Academia Española, bienestar, En *Diccionario de la Lengua Española (edición de tricentenario)*, 2021. [Versión 23.5 en línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/bienestar>
- [33] Real Academia Española, Seguridad, En *Diccionario de la Lengua Española (edición de tricentenario)*, 2021. [Versión 23.5 en línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/seguridad>
- [34] Real Academia Española, Seguro, En *Diccionario de la Lengua Española (edición de tricentenario)*, 2021. [Versión 23.5 en línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/seguro>
- [35] Real Academia Española, Propiedad, En *Diccionario de la Lengua Española (edición de tricentenario)*, 2021. [Versión 23.5 en línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/propiedad>
- [36] Real Academia Española, Privacidad, En *Diccionario de la Lengua Española (edición de tricentenario)*, 2021. [Versión 23.5 en línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/privacidad>
- [37] Real Academia Española, Prejuzar, En *Diccionario de la Lengua Española (edición de tricentenario)*, 2021. [Versión 23.5 en línea]. Disponible en <https://dle.rae.es/prejuzar>
- [38] ISO (International Organization for Standardization), "ISO/IEC 25000 Calidad de software y datos," 2022. [Online]. Disponible en: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010/23-usabilidad>.
- [39] Real Academia Española, Confianza, En *Diccionario de la Lengua Española (edición de tricentenario)*, 2021. [Versión 23.5 en línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/confianza>
- [40] Real Academia Española, Autonomía, En *Diccionario de la Lengua Española (edición de tricentenario)*, 2021. [Versión 23.5 en línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/autonomia>
- [41] Real Academia Española, *Diccionario panhispánico del español jurídico (DPEJ)* [en línea]. Disponible en: <https://dpej.rae.es/lema/consentimiento-informado>

- [42] Real Academia Española, Responsabilidad, En Diccionario de la Lengua Española (edición de tricentenario), 2021. [Versión 23.5 en línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/responsabilidad>
- [43] Real Academia Española, Tranquilo, En Diccionario de la Lengua Española (edición de tricentenario), 2021. [Versión 23.5 en línea]. Disponible en <https://dle.rae.es/tranquilo>
- [44] Real Academia Española, Identidad, En Diccionario de la Lengua Española (edición de tricentenario), 2021. [Versión 23.5 en línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/identidad>
- [45] P. O. Nirian, Sostenibilidad ambiental. Economipedia [Internet], 3 Agosto 2020. [En línea]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/sostenibilidad-ambiental.html>.
- [46] M. L. Cummings, "Integrating Ethics in Design through the," Science and Engineering Ethics, vol. 12, no. 4, 2006.
- [47] B. Friedman, D. G. Hendry and A. Borning, "A Survey of Value Sensitive Design Methods," Foundations and Trends in Human-Computer Interaction, vol. 11, 2017.
- [48] D. G. Hendry, B. Friedman, M. Harbers, J. v. d. Hoven, C. Jonker and N. Logler, "Eight grand challenges for value sensitive design from the 2016 Lorentz workshop," Ethics and Information Technology, vol. 23, p. 12, 2021.
- [49] F. C. Morales, Equidad. Economipedia [Internet], 22 Mayo 2020. [En línea]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/equidad.html>
- [50] F. C. Morales, Equidad. Economipedia [Internet], 22 Mayo 2020. [En línea]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/ganancia.html>
- [51] Responsabilidad Social y Sustentabilidad, "Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad," [Online]. Disponible en: <https://responsabilidadsocial.net/sostenibilidad-que-es-definicion-concepto-tipos-y-ejemplos/>.
- [52] Naciones Unidas, "Naciones Unidas - Paz, dignidad e igualdad en un planeta sano," 4 August 2021. [Online]. Disponible en: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>.
- [53] M. Pérez, "Concepto Definición," 8 Septiembre 2021. [Online]. Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/libertad/>.
- [54] Significados, "Significados," 2022. [Online]. Disponible en: <https://www.significados.com/igualdad/>.
- [55] P. Gershon, K. R. Sita, C. Zhu, J. P. Ehsani, S. G. Klauer, T. A. Dingus and B. G. Simons-Morton, "Distracted Driving, Visual Inattention, and Crash Risk Among Teenage Drivers," American Journal of Preventive Medicine, vol. 56, no. 4, 2018.
- [56] B. G. Simons-Morton, F. Guo, S. G. Klauer, J. P. Ehsani and A. K. Pradhan, "Keep Your Eyes on the Road: Young Driver Crash Risk Increases According," Adolescent Health, vol. 54, no. 5, 2014.
- [57] J. D. Lee, "Technology and teen drivers," Safety Research, vol. 38, no. 2, 2007.
- [58] A. Saxena, "In-Vehicle Infotainment System - Everything You Need to Know About", ago. 17, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.einfochips.com/blog/everything-you-need-to-know-about-in-vehicle-infotainment-system/>
- [59] S. Greengard, "Automotive systems get smarter," Communications of the ACM, vol. 58, no. 10, 2015.
- [60] D. Saha, A. Mandal, y S. Pal, "User Interface Design Issues for Easy and Efficient Human Computer Interaction: An Explanatory Approach", International Journal of Computer Sciences and Engineering, vol. 3, pp. 127-135, ene. 2015
- [61] R. C. Guntupalli, "User Interface Design - Methods and Qualities of a Good User Interface Design", M.S. thesis, University West, Sweden, 2008.
- [62] L. Alegsa, "Definición de GUI (Interfaz Gráfica de Usuario)", 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.alegsa.com.ar/Dic/gui.php>
- [63] A. M. Claudia, E. Miranda, y M. Berón, «Evaluación de Interfaces Gráficas de Usuario Usando LSP», I Congr. Nac. Ing. Informática Sist. Inf. Córdoba, Argentina, 2013.
- [64] L. Alegsa, «Definición de GUI (Interfaz Gráfica de Usuario)», 2016. [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/Yv4jC>. [Accedido: 05-jun-2017].
- [65] R. S. Pressman, Software Engineering - A Practitioner' s Approach, 5.a ed. McGraw Hill, 2001.

- [66] I. D. Foundation. 2002. "What are design guidelines." [Online]. Disponible en: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/design-guidelines#:~:text=Design guidelines are sets of,meet and exceed user needs.>
- [67] J. M. Gómez Reynoso y Echavarría Álvarez. Erika G., «Midiendo el Impacto de las Teorías Gestalt en el Diseño de Interfaces Gráficas de Usuario», Proc. Seventeenth Am. Conf. Inf. Syst., p. Paper 59. 2011.
- [68] R. S. Pressman, Software Engineering - A Practitioner' s Approach, 5.a ed. Mcgraw Hill, 2001.
- [69] W. O. Galitz. The Essential Guide to User Interface Design Second Edition An Introduction to GUI Design Principles and Techniques, 2.a ed. Robert Ipsen, 2002.
- [70] K. I. Manktelow y M. C. Chung, "Psychology of Reasoning: Theoretical and Historical Perspectives" , Psychology Press, 2004
- [71] A. Cantú, "Qué son: Modelos Mentales", nov. 22, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://blog.acantu.com/que-son-modelos-mentales/>
- [72] J. Nielsen, "Mental Models and User Experience Design", Nielsen Norman Group, oct. 17, 2010. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/mental-models/>
- [73] The World Bank, "Thinking with mental models", en World Development Report 2015: Mind, Society, and Behavior, 2014, pp. 62-75. doi: 10.1596/978-1-4648-0342-0\_ch3.
- [74] K. Ehrlich y A. Henderson, "Conceptual models | ACM Interactions". [En línea]. Disponible en: <https://interactions.acm.org/archive/view/january-2002/conceptual-models1>
- [75] J. Johnson y A. Henderson, "Conceptual models: begin by designing what to design", Interactions, vol. 9, pp. 25-32, ene. 2002, doi: 10.1145/503355.503366.
- [76] Y. H. Montero y S. Ortega, "Informe APEI sobre usabilidad". [En línea]. Disponible en: [http://www.nosolousabilidad.com/manual/2\\_3.htm](http://www.nosolousabilidad.com/manual/2_3.htm)
- [77] A. Brajdic, "Understanding mental and conceptual models in product design", Medium, may 12, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://uxdesign.cc/understanding-mental-and-conceptual-models-in-product-design-7d69de3cae26>
- [78] J. Soler-Adillon, "Principios de diseño de interacción para sistemas interactivos", ene. 2012.
- [79] J. Bosley, "Creating a Short Usability Metric for User Experience (UMUX) Scale", Interacting with Computers, vol. 25, pp. 317-319, jun. 2013, doi: 10.1093/iwc/iwt007.
- [80] E. L.-C. Law, P. van Schaik, y V. Roto, "Attitudes towards user experience (UX) measurement", International Journal of Human-Computer Studies, vol. 72, n.o 6, pp. 526-541, jun. 2014, doi: 10.1016/j.ijhcs.2013.09.006.
- [81] L. Alben, "Quality of experience: defining the criteria for effective interaction design", interactions, vol. 3, n.o 3, pp. 11-15, may 1996, doi: 10.1145/235008.235010.
- [82] M. Hassenzahl y N. Tractinsky, "User experience - A research agenda", Behaviour and Information Technology, vol. 25, pp. 91-97, mar. 2006, doi: 10.1080/01449290500330331.
- [83] D. Norman y J. Nielsen, "The Definition of User Experience (UX)", Nielsen Norman Group. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>
- [84] J. Ross, "The Business Value of User Experience", Infragistics, 2014. [En línea]. Disponible en: [https://www.infragistics.com/media/335732/the\\_business\\_value\\_of\\_user\\_experience-3.pdf](https://www.infragistics.com/media/335732/the_business_value_of_user_experience-3.pdf)
- [85] E. Karapanos, J. Zimmerman, J. Forlizzi, y J. Martens, "User experience over time: An initial framework", ene. 2009, pp. 729-738. doi: 10.1145/1518701.1518814.
- [86] M. Tscheligi, "User Experience Design for Vehicles", AutomotiveUI '12: International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications, Portsmouth, NH, USA.
- [87] The Interaction Design Foundation, "Key Question in User Experience Design - Usability vs Desirability". [En línea]. Disponible en: <https://www.interaction-design.org/literature/article/key-question-in-user-experience-design-usability-vs-desirability>
- [88] Workana, "Experiencia de usuario: ¿Qué es y qué hace un Diseñador UX?", dic. 26, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://i.workana.com/glosario/experiencia-de-usuario/>
- [89] The Interaction Design Foundation, "An Introduction to Usability". [En línea]. Disponible en: <https://www.interaction-design.org/literature/article/an-introduction-to-usability>

- [90] J. Nielsen, «Usability Engineering.», Elsevier, vol. 1, 1994.
- [91] E. Mor, M. Garreta, y M. Galofré, «Diseño centrado en el usuario en entornos virtuales de aprendizaje, de la usabilidad a la experiencia del estudiante», en CEUR Workshop Proceedings, 2007, vol. 318.
- [92] The Interaction Design Foundation, "What is Usability?". [En línea]. Disponible en: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/usability>
- [93] J. Nielsen, "Usability 101: Introduction to Usability", Nielsen Norman Group, ene. 3, 2012. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>
- [94] J. Nielsen, «Usability Engineering.», Elsevier, vol. 1, 1994.
- [95] M. de J. Díaz Quintero, «Guía De Estilo Orientada Al Diseño De Interfaces De Sistemas Interactivos Como Apoyo A La Reeducción De Las Dificultades En El Aprendizaje Que Presentan Los Niños Con Dislexia Aplicando El Modelo De Proceso De La Ingeniería De La Usabilidad Y De La Acces», Universidad Tecnológica de Panamá, 2013.
- [96] Y. H. Montero y F. J. Martín Fernández, «Propuesta de adaptación de la metodología de diseño centrado en el usuario para el desarrollo de sitios web accesibles», Rev. Española Doc. Científica, vol. 27, 2004.
- [97] McMaster University, "Contexts for HCI - Computing and Software Wiki". [En línea]. Disponible en: [http://wiki.cas.mcmaster.ca/index.php/Contexts\\_for\\_HCI](http://wiki.cas.mcmaster.ca/index.php/Contexts_for_HCI)
- [98] E. Mor, M. Garreta, y M. Galofré, «Diseño centrado en el usuario en entornos virtuales de aprendizaje, de la usabilidad a la experiencia del estudiante», en CEUR Workshop Proceedings, 2007, vol. 318
- [99] M. Pender, L. Wotherspoon, N. M. Sa' Don, y R. Orense, «Macro Element for Pile Head Cyclic Lateral Loading», Geotech. Geol. Earthq. Eng., 2012.
- [100] Y. H. Montero, «Experiencia de Usuario: Principios y Métodos», ASIN, 2015.
- [101] Interaction Design Foundation, "Context of Use". [En línea]. Disponible en: <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-glossary-of-human-computer-interaction/context-of-use>
- [102] M. Maguire, "Context of Use within usability activities", International Journal of Human-Computer Studies, 2001, doi: 10.1006/ijhc.2001.0486.
- [103] M. Chamorro-Koc, "Experience, context-of-use and the design of product usability", PhD thesis, Queensland University of Technology, 2007. [En línea]. Disponible en: <https://eprints.qut.edu.au/16360/>
- [104] McMaster University, "Contexts for HCI - Computing and Software Wiki". [En línea]. Disponible en: [http://wiki.cas.mcmaster.ca/index.php/Contexts\\_for\\_HCI](http://wiki.cas.mcmaster.ca/index.php/Contexts_for_HCI)
- [105] M. A. Regan, C. Hallett y C. P. Gordon, "Driver distraction and driver inattention: Definition, relationship and taxonomy", French Institute of Science and Technology for Transport, Development and Networks (IFSTTAR) and Alcohol Advisory of New Zealand, 2011. doi: 10.1016/j.aap.2011.04.008
- [106] S. Monjezi Kouchak y A. Gaffar, "Driver Distraction Detection Using Deep Neural Network", Arizona State University, Phoenix, 2019. doi: 10.1007/978-3-030-37599-7\_2.
- [107] European Road Safety Observatory, "Driver Distraction - Summary". [En línea]. Disponible en: [https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/sites/default/files/pdf/ersosynthesis2018-driverdistraction-summary.pdf](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/default/files/pdf/ersosynthesis2018-driverdistraction-summary.pdf)
- [108] M. A. Regan, J. D. Lee, y K. Young, "Driver Distraction: Theory, Effects, and Mitigation", CRC Press, 2008.
- [109] M. K. Shokoufeh y A. Gaffar, "Using Artificial Intelligence to Automatically Customize Modern Car Infotainment Systems", Conference Proceedings of the 18th Int' l Conference on Artificial Intelligence (ICAI'16: July 2016, USA), 2018, pp. 151-156
- [110] I. D. Pons y R. F. Puig, "Revisión del concepto de carga mental: evaluación, consecuencias y proceso de normalización", Anuario de Psicología/The UB Journal of Psychology, pp. 521-546, ene. 2004, doi: 10.1344/%x

- [111] P. Ceballos-Vásquez, G. Rolo-González, E. Hernández-Fernaund, D. Díaz-Cabrera, T. Paravic-Klijn, y M. Burgos-Moreno, "Psychosocial factors and mental workload: a reality perceived by nurses in intensive care units", *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, vol. 23, n.o 2, pp. 315-322, abr. 2015, doi: 10.1590/0104- 1169.0044.2557.
- [112] I. de Arquer, "NTP 534: Carga mental de trabajo: factores", Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. [En línea]. Disponible en: [https://www.cso.go.cr/legislacion/notas\\_tecnicas\\_preventivas\\_insht/NTP%20534%20-%20Carga%20mental%20de%20trabajo%20factores.pdf](https://www.cso.go.cr/legislacion/notas_tecnicas_preventivas_insht/NTP%20534%20-%20Carga%20mental%20de%20trabajo%20factores.pdf)
- [113] S. G. Hart y L. E. Staveland, "Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research", en *Advances in Psychology*, vol. 52, Elsevier, 1988, pp. 139-183. doi: 10.1016/S0166-4115(08)62386-9
- [114] G. Johannsen, "Mental Workload: Its Theory and Measurement" , Springer Science & Business Media, 2013.
- [115] Power Legal Group, "Car Infotainment Systems Are Killing Us! (Distracted Driving)", nov. 03, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.powerlegallgroup.com/car-infotainment-systems-distracted-driving/>
- [116] A. Seffah, "Patterns of HCI Design and HCI Design of Patterns: Bridging HCI Design and Model-Driven Software Engineering", Springer International Publishing, 2015. doi: 10.1007/978-3-319-15687-3.
- [117] A. Dix, "Human-computer interaction" , 3rd ed. Harlow, England; New York: Pearson/Prentice-Hall, 2004.
- [118] C. Alexander, "The Timeless Way of Building" , Oxford University Press, 1979.
- [119] European Union, "European Commission", jun. 16, 2016. [En línea]. Disponible en: [https://europa.eu/european-union/about-eu/institutions-bodies/european-commission\\_en](https://europa.eu/european-union/about-eu/institutions-bodies/european-commission_en)
- [120] C. Harvey, N. A. Stanton, C. A. Pickering, M. McDonald, and P. Zheng, "A usability evaluation toolkit for In-Vehicle Information Systems (IVISs)," *Applied Ergonomics*, vol. 42, no. 4, pp. 563-574, 2011
- [121] K. M. Alam, M. Saini, and A. El Saddik, "Toward social internet of vehicles: Concept, architecture, and applications," *IEEE Access*, vol. 3, no. c, pp. 343-357, 2015.
- [122] N. Gowda, W. Ju, D. Sirkin, and M. Baltzer, "Prototyping HMI for Autonomous Vehicles : A Human Centered Design Approach."
- [123] A. Stevens, "Safety of driver interaction with in-vehicle information systems," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, vol. 214, no. 6, pp. 639-644, 2000.
- [124] A. Amditis, A. Polychronopoulos, L. Andreone, and E. Bekiaris, "Communication and interaction strategies in automotive adaptive interfaces," *Cognition, Technology and Work*, vol. 8, no. 3, pp. 193-199, 2006.
- [125] L. Skrypchuk, P. Langdon, B. D. Sawyer, and P. J. Clarkson, "Unconstrained design: improving multitasking with in-vehicle information systems through enhanced situation awareness," *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, vol. 21, no. 2, pp. 183-219, 2020.
- [126] A. Agudelo, D. F. Bambague, C. A. Collazos, H. Luna-García and H. Fardoun, "Design Guide for Interfaces of Automotive Infotainment Systems Based on Value Sensitive Design: A Systematic Review of the Literature." 2020. Disponible en: <http://ceur-ws.org/Vol-2747/paper13.pdf>
- [127] A. Mirnig et al., "Automotive User Experience Design Patterns: An Approach and Pattern Examples", *International Journal On Advances in Intelligent Systems*, vol. 9, p. 275 to 286, dic. 2016
- [128] D. L. Strayer, J. M. Cooper, R. M. Goethe, M. M. McCarty, D. J. Getty, y F. Biondi, "Assessing the visual and cognitive demands of in-vehicle information systems", *Cogn Res Princ Implic*, vol. 4, p. 18, jun. 2019, doi: 10.1186/s41235-019-0166-3
- [129] A. Gaffar y S. M. Kouchak, "Minimalist design: An optimized solution for intelligent interactive

- infotainment systems", Intelligent Systems Conference (IntelliSys), 2017, pp. 553-557, doi: 10.1109/IntelliSys.2017.8324349
- [130] D. Strayer et al., "Visual and Cognitive Demands of CarPlay, Android Auto, and Five Native Infotainment Systems", *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, vol. 61, p. 001872081983657, abr. 2019, doi: 10.1177/0018720819836575.
- [131] B.-H. Chen, wei-chih Yeh, y W.-H. Tsai, "Eliminating Driving Distractions: Human-Computer Interaction with Built-In Applications", *IEEE Vehicular Technology Magazine*, vol. PP, pp. 1-1, feb. 2017, doi: 10.1109/MVT.2016.2625331.
- [132] G. Cohen-Lazry y A. Borowsky, "Improving Drivers' Hazard Perception and Performance Using a Less Visually-Demanding Interface", *Frontiers in Psychology*, vol. 11, p. 2216, 2020, doi: 10.3389/fpsyg.2020.02216.
- [133] AHRQ, "NASA Task Load Index", *Digital Healthcare Research: Informing Improvement in Care Quality, Safety, and Efficiency*. [En línea]. Disponible en: <https://digital.ahrq.gov/health-it-tools-and-resources/evaluation-resources/workflow-assessment-health-it-toolkit/all-workflow-tools/nasa-task-load-index>
- [134] Haeuslschmid, R. Pflieger, B. Alt, F. "A Design Space to Support the Development of WindshieldApplications for the Car", 16: *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Pages 5076-5091, 2016.
- [135] Kern, D. Schmidt, A. "Design Space for Driver-based Automotive User Interfaces", *AutomotiveUI '09: Proceedings of the 1st International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, Pages 3-10, 2009.
- [136] Villa-Espinal, J. Osorio-Gómez, G. "Methodology for the design of automotive HUD graphical interfaces", *Revista DYNA*, 85(207), pp. 161-167, 2018.
- [137] Burnett, G. "Designing and Evaluating In-Car User-Interfaces", *Human Computer Interaction: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, 2009.
- [138] H. Luna-Garcia, H. Gamboa-Rosales, J. M. Celaya Padilla, C. E. Galván Tejada, F.E. Lopez Monteagudo, R. Mendoza-Gonzalez, C. A. Collazos, A. Mendoza González. "Front-End Design Guidelines for Infotainment Systems", *DYNA NEW TECHNOLOGIES*, vol. 5, p. [9 p.] - [9 p.], ene. 2018, doi: 10.6036/NT8655.
- [139] AHRQ, "Usability Evaluation", *Digital Healthcare Research: Informing Improvement in Care Quality, Safety, and Efficiency*. [En línea]. Disponible en: <https://digital.ahrq.gov/health-it-tools-and-resources/evaluation-resources/workflow-assessment-health-it-toolkit/all-workflow-tools/usability-evaluation>
- [140] A. G. Lopes, "Using research methods in Human Computer Interaction to design technology for resilience", *JISTEM J.Inf.Syst. Technol. Manag.*, vol. 13, pp. 363-388, dic. 2016, doi: 10.4301/S1807-17752016000300001.
- [141] Google, "Formularios de Google: crea y analiza encuestas de forma gratuita". [En línea]. Disponible en: [https://www.google.com/intl/es-419\\_co/forms/about/](https://www.google.com/intl/es-419_co/forms/about/)
- [142] D. L. Strayer, J. M. Cooper, R. M. Goethe, M. M. McCarty, D. Getty y F. Biondi, "Visual and Cognitive Demands of Using In-Vehicle Infotainment Systems", *Department of Psychology School of Social and Behavioral Science University of Utah Salt Lake City*, 2017
- [143] AAA Exchange, "Distracted Driving: Visual and Mental Distractions Behind the Wheel Are Real and Potentially Dangerous". [En línea]. Disponible en: <https://exchange.aaa.com/safety/distracted-driving/>
- [144] E. J. Westlake y L. N. Boyle, "Perceptions of driver distraction among teenage drivers", *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 15, n.o 6, pp. 644-653, nov. 2012, doi: 10.1016/j.trf.2012.06.004.
- [145] AAA Foundation, "Visual and Cognitive Demands of Using Apple CarPlay, Google' s Android Auto and Five Different OEM Infotainment Systems", jun. 27, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://aaafoundation.org/visual-cognitive-demands-apples-carplay-googles-android-auto-oem-infotainment-systems/>

- [146] Mazda, "Mazda Connect: Operar la pantalla táctil". [En línea]. Disponible en: <https://infotainment.mazdahandsfree.com/howto-touchscreen?language=es-NA>
- [147] K. Young, M. Regan y M. Hammer, "Driver distraction: a review of the literature", Accident Research Centre. [En línea]. Disponible en: <https://www.monash.edu/muarc/archive/our-publications/reports/muarc206>
- [148] AHRQ, "Hierarchical Task Analysis", Digital Healthcare Research: Informing Improvement in Care Quality, Safety, and Efficiency. [En línea]. Disponible en: <https://digital.ahrq.gov/health-it-tools-and-resources/evaluation-resources/workflow-assessment-health-it-toolkit/all-workflow-tools/hierarchical-task-analysis>
- [149] Emprende A Conciencia, "Ficha de Persona". [En línea]. Disponible en: <https://www.emprendaconciencia.com/ficha-persona>
- [150] Design Thinking, "Método Persona - Herramientas Design Thinking en Español". [En línea]. Disponible en: <https://www.designthinking.services/herramientas-design-thinking/metodo-persona/>
- [151] "User profiles: Personas technique", Curso de Interacción Persona-Ordenador. [En línea]. Disponible en: <https://mpiua.invid.udl.cat/perfil-de-usuario-tecnica-personas/>
- [152] J. Nielsen, "Why You Only Need to Test with 5 Users", Nielsen Norman Group. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>
- [153] J. Nielsen y T. K. Landauer, "A mathematical model of the finding of usability problems", en Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems, New York, NY, USA, may 1993, pp. 206-213. doi: 10.1145/169059.169166.
- [154] T. Lansdown, N. Brook-Carter, y T. Kersloot, "Distraction from multiple in-vehicle secondary tasks: Vehicle performance and mental workload implications", Ergonomics, vol. 47, pp. 91-104, feb. 2004, doi: 10.1080/00140130310001629775.
- [155] W. W. Wierwille, "Demands on driver resources associated with introducing advanced technology into the vehicle", ScienceDirect. [En línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0968090X9390010D>.
- [156] P. Atchley, "You Can't Multitask, So Stop Trying", Harvard Business Review, dic. 21, 2010. [En línea]. Disponible en: <https://hbr.org/2010/12/you-cant-multi-task-so-stop-tr>
- [157] Canadian Automobile Association, "Distracted Driving Statistics". [En línea]. Disponible en: <https://www.caa.ca/driving-safely/distracted-driving/statistics/>
- [158] R. Budiu, "Interaction cost: Definition", Nielsen Norman Group. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/interaction-cost-definition/>
- [159] P. Laubheimer, "Distracted Driving: UX's Responsibility to Do No Harm", Nielsen Norman Group. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/distracted-driving-ux/>
- [160] N. Diah, M. Ismail, S. Ahmad, y M. Dahari, "Usability testing for educational computer game using observation method", abr. 2010, pp. 157-161. doi: 10.1109/INFRKM.2010.5466926.
- [161] J. Nielsen, "Thinking Aloud: The #1 Usability Tool", Nielsen Norman Group. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/thinking-aloud-the-1-usability-tool/>
- [162] M. de Luna, "Protocolo del Pensamiento Manifestado". [En línea]. Disponible en: <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/test/Thinking.htm>
- [163] A. Pauzie, "A method to assess the driver mental workload: the Driving Activity Load Index (DALI)", IET Intelligent Transport Systems, vol. Vol 2, pp. 315-322, Ene. 2008.
- [164] Usability Home, "Usability Testing: Retrospective Testing". [En línea]. Disponible en: <http://www.usabilityhome.com/Retrospe.htm>
- [165] Guzman, Toledo, "Monografía - Patrones de Diseño de Interfaces de Usuario para Sistemas Infotainment Basados en la Distracción del Conductor." 2021.
- [166] A. F. Agudelo, D. F. Bambague, C. A. Collazos, H. Luna-García and H. Fardoun, "Identification of problems in the design of infotainment system interfaces." 2020. Disponible en: <http://ceur-ws.org/Vol-3070/short02.pdf>
- [167] Red RENATA, "15 Congreso Colombiano de Computación". [En línea]. Disponible en: <https://www.renata.edu.co/15-congreso-colombiano-de-computacion>

[168] Journal of King Saud University “Computer and Information Sciences” , Academic. [En línea].  
Disponibile en: <https://www.editorialmanager.com/jksucis/default1.aspx>